

المذكرات في علمي الهيئة والميتات

طلبة

القسم العالي بالجامع الأزهر

تأليف

محمد أبو الغلال البنا

سنة العلماء

ومدرس علم الفلك بالقسم العالي للأزهر

ابتداءً جمعها

في يوم ٢٢ جمادى الثانية سنة ١٣٤٢ هـ الموافق ٢٨ يناير سنة ١٩٢٤ م

الجزء الأول

الطبعة الأولى

سنة ١٣٤٢ وحقوق الطبع محفوظة للمؤلف

المطبعة التجارية بمصر

فهرس الجزء الأول من المذكرات فى على الهيئة والميقات
وهو على منهاج القسم العالى للازهر ماعدا المواضع المشار أمامها بهذه العلامة *

الموضوع	الصحيفة	الموضوع	الصحيفة
خطبة الكتاب	٢	تقسيم الكواكب الى ثوابت	٣٦
تعريف علم الهيئة	٤	وسيارات	
السكره السماوية والحركة اليومية	٤٤٦	* ترتيب اثوابت	٣٧
* ظواهر الحركة اليومية	٦	الصور السماوية	٢٨ الى ٤٧
محور العالم والقطبان الساريان	٩٤٨	السكرات السماوية الصناعية	٤٧
سمتا الرأس والقدم والاقاق	٩	وكيفية انشائها	
* تغير الأفق والسمت	١٠	السحابيات والمجره	٤٩
* تغير الافق بغير منظر السماء	١٢	الكواكب السياره والمجموعه	٥٠
* انتقال الأفق بحركة الأرض	١٣	الشمسية	
اليومية بسبب حركة النجوم الظاهرية		السيارات العليا والسفلى	٥٤
* المنقطرات والرأسيات والزاوية	١٦	الحركة الدورانية للسيارات	٥٥
السمتية والسعة		المدار الظاهرى للسيارات	٥٥
دائرتا المدل ونصف النهار	١٦٤ ٢٨	الدورة الاقترانية	٥٦
* خط الزوال الجغرافى وتعيينه	٢١٤٢٠ ١٩	الدورة النجمية	٥٧
بواسطة الظلال والارتفاعات		كربة الأرض وانزياحها فى الفراغ	٥٩
وبوصله		قطبا الأرض وخطوط العرض	٦١
الجهات الأصلية والدائرة الكسوفية	٣٣	الجغرافية	
* خطوط الطول والعرض السماوية	٢٤	تعيين عرض المكان	٦٣
الاعتدالان والنقبتان	٢٥	خطوط الطول وتعيين الأطوال	٦٣
منطقة تلك البروج وتقسيمها	٢٦ ٢٧	تبسيط الأرض عند القطبين	٦٤
مدارا السرطان والجدي	٢٧	مقادير السكره الأرضية	٦٧
نظارة العبور والدائرة الحائطية	٢٩ ٣١	الجو وتشرب الضوء وانخفاض	٦٧ الى ٧٠
كيفية تعيين القطب السماوى	٢٢	القبة السماوية والانكسار الفلكى	
الصعود المستقيم وكيفية تعيينه	٣٣ ٣٤	الشفق	٧٠
الميل وكيفية تعيينه	٣٣ ٣٤	الفجر	٧١

الخطأ	الصواب	الخطأ	الصواب	الخطأ	الصواب
٩ ٦	واقف	واقف	١٩٢٧	لعدل	المعدل
٦ ٩	أعلا	أعلى	٢٣٢٧	»	»
٢٢ ١٠	»	أعلى	٢٢ ٢٧	حوا	حول
١٠ ١١	ح س م	س ح م	٣٣١	الزوال	الزوالية
١٢ ١١	الرأس	الرياضي في	١٩٣٣	٢ ٤	٢٤
١٥ ١١	بين	بين	٨٣٤	تعيين	تعيين
٢٠ ١١	ح	ح	٧٢٥	٣٦٠	٩٠
٢٢ ١١	لسطح	لسطح	١٠ ٢٥	القطبي	القطبي
٢٠ ١٣	س	س (٥)	١٢ ٣٦	س س ح س	س س ح س
١٠ ١٤	غ	ع	١٨ ٣٧	سنتورس	سنتورس
١١ ١٤	عوديا	عموديا	١٨ ٣٧	الشهر	الشهر
١١ ١٥	برمم	برمم	٢٠ ٣٧	سنتورس	سنتورس
١٥ ١٥	المنطقة	المنطقة	٤ ٣٨	تقسيمها	تقسيمها
١٧ ١٥	ه ه	ه ه	١٣ ٣٨	شهر	شهر
١٥ ١٦	ذائرة	دائرة	١٣ ٤١	بصل	بصل
١٧ ١٧	موازية	موازيات	٢٤ ٣	بقدار	بقدار
٦ ١٨	مارة	مارات	١٢ ٤٧	جانيه	جانيه
١٢ ١٩	الدوائر	الدوائر	١٦ ٤٧	نير	نيره
٦ ٢٠	بعينها	بعينها	١٧ ٤٨	المثبتة	المثبتة
٣ ٢٢	٥	٥	٢ ٥١	اليها	اليها
٦ ٢٢	المضاوه	المضاده	٥ ٥٢	الينوع	الينوع
٧ ٢٢	»	»	٧ ٥٤	فيتكاتف	فيتكاتف
١٥ ٢٢	٥	٥	٩ ٦١	يهبط	يهبط
٢٢ ٢٤	موازية	موازيات	٩ ٦١	لعمه	لعمه
١٧ ٢٧	اكتشف	اكتشفت	٢ ٦٥	جرينوتش	جرينوتش في انجلترا
			٢ ٦٥	انجلترا	البحر الابيض المتوسط

المذكرات في علمي الهيئة والميتات

طلبة

القسم العالي بالجامع الأزهر

تأليف

محمد أبو العز البنا

المدرس لعلم الفلك بالقسم العالي للأزهر ومن علمائه

ابتداءً جمعها

في يوم ٢٢ جمادى الثانية سنة ١٣٤٢ هـ الموافق ٢٨ يناير سنة ١٩٢٤ م

﴿ الطبعة الأولى ﴾

سنة ١٣٤٢ وحقوق الطبع محفوظة للمؤلف

الطبعة الأولى سنة ١٣٤٢ هـ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فسبحان الله حين تمشون وحين تصبحون . وله الحمد في السموات
والأرض وعشياً وحين تظهرون . وصلاة وسلاماً على سيدنا محمد
شمس الأنبياء والأولياء . وعلى آله وصحبه بدور الاهتداء . ونجوم
الافتداء . وبعد

فهذا ما لخصته وجمعته في علمي الهيئة والميقات . لطلبة القسم
العالي بالجامع الأزهر . ملياً دعوة مشيخة هذا القسم الجليلة . مع
اعترافي بقصوري . لولا عون إجابة الداعي وشفقي بخدمة هذا العلم الذي
قصرت عن تحصيله اللهم من زمن بعيد . وقلت الرغبة في تعليمه .
حتى قبض الله لأعادة مجد المعاهد الدينية وأرجاع سعداء أولياء أمور
أحبوا مقدار احتياج الأمة الإسلامية إلى هذا الفن العظيم . فأوجبوا
درسه بين العلوم الأزهرية العالية . فجاء ذلك موافقاً للطبيعة نفسها .
لأنه العلم الذي يعد من الدرجة الأولى في مبادئ ومقدمات العلوم
الفلسفية الدينية . . .

وسميته ﴿المذكرات في علمي الهيئة والميقات﴾ وقد وشحت
صحائفه بشرح رسومه وأشكاله . لزيادة إيضاحه ودفع إشكاله . تنميًا
لفائدته وتعميماً لمنفعته . . .

ابتدأت هذا الملخص وفق المنهاج المقرر . بالجامع الأزهر . في وقت كان طالعهم سعد البلاد . يوم أن تألفت الوزارة السعدية . وهو يوم الاثنين ٢٢ جمادى الثانية سنة ١٣٤٢ هجرية الموافق ٢٨ يناير سنة ١٩٢٤ ميلادية ...

وهي أول وزارة دستورية نيابية . في عهد من نشر الخير والأحسان ومنع الفساد . وبسط الأمن والأمان للعباد . جلالة مولانا الملك فؤاد أيده الله وحفظ ولي عهده . الأمير فاروق . مع جميع الآل . وسائر الأتجال . وخلص الله شمس مملكته نائية عن الزوال . وأقار دولته نابتة على السكال . آمين آمين آمين

كما أسأله تعالى أن يكون بحسن الختام كفيل . وهو حسبي ونعم الوكيل ...



مقدمة

تعريف علم الهيئة

علم الهيئة - هو العلم الذي يبحث فيه عن الأجرام العلوية والكواكب السماوية . من حيث . أشكالها . ومقاديرها . وأبعادها . وحركاتها . وما يتعلق بذلك

الباب الأول

« في السماء »

الفصل الأول

الكرة السماوية - الحركة اليومية - محور العالم - القطبان السماويان - سمتا الرأس والقدم

الكرة السماوية - هي الكرة التي تتصورها عينة بجميع العوالم^(١)

(١) سيتضح أن بعد قطر الأرض بل قطر مدارها السنوي كنقطة بالنسبة إلى الأبعاد الأفطار السماوية . ومن ثمة يمكن أن يقال أن نصف قطر الكرة السماوية كبير جداً لا يتناهي . وأن مركز الكرة السماوية منطبق على مركز الأرض . حتى أن الخطوط المتوازية الممتدة من مركز الكرة السماوية كمركز الأرض عين الراصد . تلاقي الكرة السماوية في نقطة واحدة . وإن كان هذا لا يقال بالنسبة للشمس والقمر ولكل سيار . لصغر بعدها عنا

ويحسب الناظر إليها أنها قبة زرقاء^(١) وأن الكواكب تقطع يضاء . قد رصعت على سطحها^(٢) ودارت معها من الشرق إلى الغرب

(١) منشأ هذا اللون الأزرق إنما هو انعكاس الضوء الشمسي في الهواء الجوى . وضوء الشمس هو الذي يجعل هذا اللون صافياً رائقاً مدة النهار . فبعد غياب الشفق وحلول الليل تصير هذه الرقعة شديدة الغتمة . وبما يقوى هذا أن ذلك اللون الأزرق يشتد حلاكة إذا ارتقى الإنسان جبلاً عالياً أو ارتفع بطيارة حتى لو أمكن أن يرقى إلى نهاية الطبقة الجوية . هناك لا يرى كفه من شدة الظلام بل السواد الحالك

ومن ظواهر هذه القبة وضوح انخفاضها من الأعلى وسبب ذلك كثافة طبقات الجو عند الأفق أكثر منها عند السميت فيقل تشربها للضوء في صمكتها القليل في السميت وحينئذ يرى جزء السماء عنده نيراً أكثر منه عند الأفق ودائماً يرى النير أقرب من المغمى وسيأتي تفصيل ذلك في شرح الجوى . (٢) فإذا فرض في شكل (١) أنك في نقطة س وكانت فضاء متسعاً أو محلاً مرتفعاً وليس هناك ما يمنع النظر من الامتداد بحيث تكشف جميع ما هو محيط بك . يراهى لك .



(شكل ١)

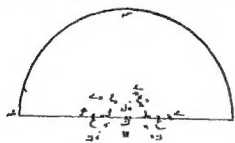
(أولاً) أن الأرض مبسوطة تحت قدميك وممتدة إلى أن تتلاقى بالسماء من كل جهة . ومحدودة لغاية امتداد النظر بدائرة شمس غمر التي هي خط تلاقى السماء بالأرض وهي متساوية الأبعاد بالنسبة إليك فانت في مركزها وتسمى (دائرة الأفق الظاهري)

(ثانياً) يظهر لك أن السماء مثل قبة شمس غمر منخفضة من الأعلى ومركزة من جميع الجهات على سطح الأرض وخط تلاقيهما هو دائرة الأفق شمس غمر وسطح تلك الدائرة هو مستوى الأفق الظاهري . وتلك الحالة تشاهد واضحة إذا كان الواحد موجوداً على سطح البحر حيث لا يوجد ما يمنع نظره من الإمتداد

الحركة اليومية — هي دوران الكرة السماوية والكواكب العلوية حول الارض من الشرق الى الغرب مرة في اليوم واللييلة تقريباً
تنبيه : هذه الحركة ظاهرة ومنشؤها دوران الارض حول نفسها
أمام الكواكب من الغرب الى الشرق في تلك المدة وسيأتي بيانه
ظواهر هذه الحركة — الناظر الى نصف السماء الشمالى وهو فى أفق القاهرة مثلاً يترأى له

أولاً — أن بعض الكواكب لا يشرق ولا يغرب بل يكون أبدي الظهور في رسم مداره فوق الأفق حول نقطة فى الشمال^(١) ترى

(١) فى شكل (١) مثلاً. انت واطف فى م الذى هو أفق القاهرة متجهاً نحو الشمال (البحرى) ب ويمسك نحو الشرق و يسارك نحو الغرب وخلفك الجنوب (القبلى) ح فاذا تأملت النجوم حينئذ تجد أن بعضها د و و يحف الأفق من غير أن يختفى تحتها ويرسم حول نقطة ثابتة دائرة تامة وبعضها هـ هـ يقرب من الأفق من غير أن يصل اليه ويرسم دائرة تامة أيضاً موازية للأولى غير أنها أصغر منها وبعض النجوم مثل ح يرسم دائرة صغيرة جداً بحيث تظهر أنها ثابتة . وجميع هذه النجوم تبقى ظاهرة دائماً ولذلك تسمى أبدية الظهور فاذا انجبت نحو الجنوب ح وجدت بعض الكواكب ك شكل (٢) و (٣)



(شكل ٢)

يحف الأفق ثم يختفى تحتها وبعضها مثل ل يظهر فوقه زمناً قليلاً ثم يغيب ومثل ع يمكن أن يزيد . وأكثر منه ي ومن ثم يقال إن النجم تطول مدة ظهوره بمقدار قربه من الشمال وتقصّر بمقدار قربه من الجنوب

فاذا أمعنت النظر الى الأفق نحو الشرق تجد أن النجوم تشرق من جميع نقطه بمعنى أن النقط التى لا تمر منها نجوم فى لحظة تمر منها نجوم أخرى فى

كانها ثابتة لا تتحرك^(١)

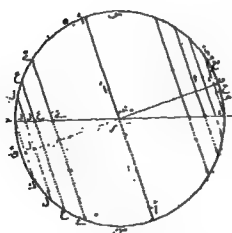
ثانياً — أن بعضها يشرق وغرب بمعنى أنه يظهر من جهة الشرق ثم يرتفع شيئاً فشيئاً الى كبد السماء ثم ينخفض كذلك الى أن يختفي في الغرب

ثالثاً — خطوط سير النجوم كلها على الكرة السماوية عبارة عن أقواس دوائر متوازية غير متساوية

رابعاً — هذه المدارات المتوازية ذات قطب ظاهر هو نقطة غير متغيرة في السماء شمالاً

خامساً — النجوم على اختلاف ابعادها من هذه النقطة القطبية تقطع مداراتها الغير متساوية في مدة واحدة كأنها متأثرة بقوة واحدة

الحظة التي تليها . وترى أيضاً . أن الاشكال المكونة من بعض هذه النجوم وبعض النجوم الأبدية الظهور . وابعادها . لا تتغير مدة ظهورها وكذا مع تتابع الأيام . ومن هنا . يعلم أن جميع النجوم تم مداراتها بمرورها تحت الارض بدون مانع



(شكل ٣)

وبما قد أن النجوم التي تشرق يوماً في آن واحد من نقط . لا تزال تشرق سوية في كل آن من هذه النقط بعينها مع حفظ أشكالها وابعادها كأنها متأثرة بقوة متوازية . وكل منها منوط بسرعة مناسبة لمداره بحيث تقطع مداراتها الغير متساوية في ك ح ح ك ع ع في زمن واحد هو يوم تقريباً

(١) عدم حركة هذه النقطة الشمالية ظاهرياً وسيأتي أنها تنتقل بتغير اتجاه محور العالم ببطء عظيم في الازمنة المتوالية

سادسا — النجوم ترسم مداراتها حول خط ممتد من هذه النقطة القطبية الشمالية. يميل على أفق القاهرة. ويمر بمراكز هذه المدارات ومركز الكرة السماوية. حتى يلاق السماء في نقطة مقابلة للنقطة الشمالية جنوبا سابعا — هذه المدارات مع توازيها وعدم تساويها يقطعها الأفق الى أقسام غير متساوية غالبا ولا متناسبة

ثامنا — النجوم تقطع مداراتها الغير متساوية في مدة واحدة بسرر غير متساوية

محور العالم — ينتج مما تقدم أنه الخط المار بمركز الكرة السماوية ومراكز المدارات النجمية. الملاقى للسماء في نقطتين متقابلتين شمالا وجنوبا. وينتظم حوله حركة النجوم اليومية^(١)

(١) كما يظهر لك وأنت تنظر الى السماء أن بعض النجوم أبدى الظهور وبعضها يشرق ويغرب ويسبح على كرة السماء الزرقاء. كذلك. لعدم المميزات. يظهر لك أن للنجوم جميعها ثابتة فوق كرة السماء وهي التي تتحرك حول خط π شكل (٣) وهو مائل على مستوى الأفق π ويمر بمركز هذه الكرة التي ظهر أن النجوم مثبتة عليها ويلاقى سطحها في نقطتين متقابلتين احدهما π شكل (١) و(٣) ترى في بلادنا فوق الأفق في جهة الشمال قريبة من النجوم التي تشاهد كأنها معدومة الحركة وتسمى بالقطب الشمالى والثانية π شكل (٣ و٢) توجد في جهة الجنوب غير أنها لا تنتظر بسبب اختفائها تحت الأفق وتسمى القطب الجنوبي

توضيح آخر — لو تصورنا أن شكل (٣) كرة من الخشب مثلا وأدبرت كما يدار الخذروف (النحلة التي يلعب بها الصبيان) من الشرق الى الغرب على سنها. وليكن القطب الجنوبي. لوجدنا أن الكواكب تدور في مدارات متوازية غير متساوية حول خط مارقي مراكرها من القطب الشمالى الى القطب

القطبان السماويان — هما محلا تلاقى محور العالم بالكرة السماوية
 شمالا ويسمى (القطب الشمالى) وجنوبا ويسمى (القطب الجنوبى)
 سمت الرأس — سمت القدم — الرأسى
 رأسى أى ملاء — هو الخط الذى يأخذ اتجاه خيط الزواص
 (ميزان البنا) فى ذلك المكان ويمر بمركز الأرض ، ويلاقى السماء فى
 نقطتين متقابلتين . احدهما أعلا وتسمى (سمت الرأس أو سمت)
 والثانية أسفل وتسمى (سمت القدم أو النظير)^(١)

الفصل الثانى

الآفاق — الدوائر — الاعتدالان — المنقلبان

(الآفاق)

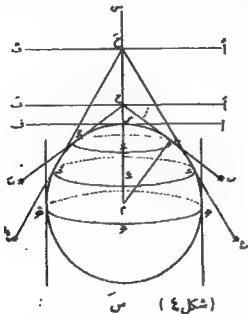
الآفق — الآفق الظاهرى — الآفق الحقيقى — الآفق الحسى
 الآفق الرياضى — تغير الآفق والسمت — تغير الآفاق بغير منظر السماء
 انتقال الآفق بحركة الأرض اليومية بسبب ظواهر حركة النجوم

الجنوبى كما يشاهد لنا فى السطح الظاهرى للخدروف . فأتان نجد أن النقطة
 القريبة من رأسه أو سنه ترمم دوائر صغيرة وتكبر هذه الدوائر كلما قربت
 من وسطه ونجد أن نقطة رأسه كالثابتة وكذلك تكون نقطة سنه ويمكن
 حينئذ تصور أن الخط الواصل بين سنه ورأسه المار من مراكز هذه الدوائر
 عديم الحركة ويمثل محور العالم

(١) فى شكل (٤) وأنت فى أفق م يكون الرأسى لك الخط م م' وسمت
 الرأس م وسمت القدم م' وترى الرأسى مارا بموضعك من سطح الأرض م
 وبمركز الأرض م

الافق — هو الدائرة التي يمر الرأسى من مركزها عموديا عليها .
 فاذا حددت نظر الراصد كانت (الأفق الظاهرى) . واذا مر مستويها
 بمركز الأرض كانت (الأفق الحقيقى) واذا مس مستويها سطح الأرض
 فى موضع الراصد كانت (الأفق الحسى) واذا مربعين الراصد كانت
 (الأفق الرياضى)^(١)

تغير الأفق والسمت — تغير موضع الراصد بارتفاعه وانخفاضه
 لا يغير الرأسى ولا الأفق الحسى ولا الحقيقى وإنما يغير كلا من الأفق
 الظاهرى والرياضى فقط فيرتفع الرياضى وينخفض الظاهرى بارتفاع



(١) لو كان موضعك من سطح
 الأرض هو س فى شكل (٤) وبصرك
 فى ح مثلا يكون الأفق الظاهرى
 فى سطح الأرض ح ح' وهى دائرة
 تماس مخروط الشعاع النظرى ح ب
 لسطح الأرض وفى السماء دائرة تلاقى
 هذا المخروط للسماء عند ب

وما يترأى لنا من انطباق نقطة ب

من السماء على ح من الأرض ونقطة ب على ح' فهى حالة ظاهرى ناشئة من
 عدم ادراك الفراغ الذى بين الأرض والسماء . والأفق الظاهرى هو الذى
 يفصل بين ما يرى وما لا يرى من السماء وينسب اليه الطلوع والغروب عند
 الشرعيين أما الأفق الحقيقى فهو ه ه' فى سطح الأرض فلو امتدت هذه
 الدوائر واتسعت الى السماء كانت هى دائرة الأفق الحقيقى فى السماء وهى
 دائرة عظيمة تقسم الكرة السماوية والأرض الى نصفين متساوين أعلا وأسفل
 وأما الأفق الحسى — فهو الدائرة التى مستويها اف والرياض هو الدائرة
 التى مستويها اف

الراصد وبالعكس اذا انخفض^(١)

وأما انتقال الراصد من مكان الى آخر من سطح الأرض فانه يغير جميع الآفاق وسيأتى بيانه في تغير منظر السماء هذا ويمكن أن يقال بانطباق جميع الآفاق بالنسبة الى الكواكب العلوية والثوابت فالبعدين الحسى والحقيقى مثلاً. الذى هو نصف قطر الأرض. غير محسوس بالنسبة الى الكواكب العلوية والثوابت. وغير

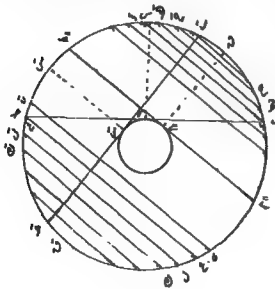
(١) اذا وجد بصري الراصد في α من سطح الارض شكل (٤) يمكن أن يقال بانطباق الآفاق — الظاهرى — والحسى — والرياضى — في المستوى α فحينئذ تكون جميع الاشعة النظرية موجودة في مستوى α مماس لسطح الكرة في نقطة α وعمود على الخط الرأسى $\alpha \mu$. فقد قال الفلكى المصرى العظيم اسماعيل باشا (في هذه الحالة يتحدد مستوى الافق الظاهرى مع المستوى الرأسى $\alpha \mu$ ويسمى بمستوى الافق الحقيقى واذا مد هذا المستوى يقطع الكرة السماوية في دائرة عظيمة تسمى دائرة الافق الحقيقى) وما أدري كيف سماها حينئذ انفا حقيقيا اللهم الا لقطع النظر عن البعدين الحسى والحقيقى (نصف قطر الأرض) بالنسبة الى أبعاد الكرة السماوية الغير محدودة

فاذا ارتفع الراصد حتى كان بعصره في نقطة α انفصل الأفق الظاهرى وكان في سطح الأرض $\alpha \beta \gamma \delta$ وفي السماء محل تلاقي الشعاع النظرى $\alpha \beta$ بالسماء عند $\beta \gamma$ وصار الأفق الرياضى $\alpha \delta$ والحسى $\alpha \beta$ — وكذلك الحال اذا ارتفع الى نقطة α حيث يصير الرياضى له $\alpha \delta$ والظاهرى في الأرض $\alpha \beta$ وفي السماء دائرة تلاقي المخروط النظرى بها عند $\beta \gamma$ وهكذا الى أن يرتفع في بعد لا نهاية له فان المخروط النظرى يستحيل الى اسطوانة مماسة لسطح الأرض في دائرة عظيمة هي الافق الحقيقى $\alpha \delta$ وحينئذ لا تحجب الارض عنهم السماء الا قرصاً صغيراً.

معتد به في الشمس . ويعتد به في القمر لقرنه اه جرجاني
« تنبيه » وقع في كلام المتأخرين اطلاق الأفق الحقيقي على الرياضي
والرياضي على الحسي واطلاق الأفق على المستويات لاعلى الدوائر
تغير الأفق بغير منظر السماء - اذا ارتفع الراصد من مكانه من
سطح الأرض يتخفض حينئذ الأفق الظاهري ويصير المنظور له من
السماء أوسع ومن النجوم أكثر ولذا يرى الكواكب بعد غروبها
وقبل شروقها^(١)

وأیضا اذا مر الراصد من أفق إلى آخر بأن يسير من القاهرة
مثلا متجها نحو الجنوب فانه ينتقل سمته معه ويختفي هو تحت الأفق
الأول . ويكتشف في جهة الجنوب . نجوما من المنطقة التي لم تكن
مرئية له من قبل وفي جهة الشمال يرى بعض النجوم التي كانت أبدية
الظهور في الأفق الأول . تشرق وتغرب . وكذا تتسع منطقة النجوم
الشارقة والغاربة^(٢)

(١) ففي شكل (٤) ترى الراصد لما ارتفع من ح الى ح' تلاقي المخروط



(شكل ٥)

النظري بالسماء في ب' بعد أن
كان متلاقيا معها في ب' .
فصار نصف القوس المنظور له من
السماء ب' س بعد أن كان ب' س
وزاد عدد الكواكب المرئية له
بمقدار القوس ب' ب'
(٢) لو كنت واقفا في س
شكل (٥) وممت الرأس لك س
والافق ب ح ترى الكواكب

وإذا توجه الراصد سائراً نحو الشمال . حصل العكس واتسعت منطقة النجوم الأبدية الظهور . واختفى عنه بعض النجوم التي كانت ظاهرة له في أفق الجنوب . أو تظهر على قوس صغير ثم تختفي بسرعة^(١) انتقال الأفق بحركة الأرض اليومية بسبب حركة النجوم الظاهرية -
فاذا تصورنا أن الأرض تسير بهذا الراصد بسبب حركتها اليومية من الغرب الى الشرق وأن الأفق ينتقل ويدور معه طوعاً لهذه الحركة .
وان الكرة السماوية والاجرام العالوية . ثابتة لا تتحرك . وما يرى من دورانها من الشرق الى الغرب فظاهري كما أثبتته العلم الجليد وسيأتي بيانه . فحينئذ يسهل علينا . تصور أن ظهور الكواكب وخفائها

ح ح ه ه و و في الشمال أبدية الظهور. وفي الجنوب تكون الكواكب
ع ع ل ل ك ك أبدية الخفاء وترى كواكب المنطقة التي بين هاتين
المنطقتين كلها تشرق وتغرب ؟

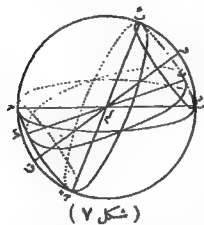
فاذا سرت نحو الجنوب الى الموضع س يتغير سمت الى س والأفق الى ب ح . وحينئذ تصير أنت تحت الأفق الأول ح ويتغير منظر السماء حيث يصير المرئي لك من السماء هو القوس ب س ح . وتتسع منطقة الكواكب التي تشرق وتغرب . ففي الشمال ترى الكواكب ح ك هـ و ز . بعد أن كانت أبدية الظهور في الأفق ب ح صارت تختفي في الأفق ب س . فتغرب وتشرق . وفي الجنوب ترى الكواكب ع ل ل ك . تظهر فوق هذا الأفق فتشرق وتغرب . بعد أن كانت أبدية الخفاء

(١) فإذا سرت نحو الشمال الى الموضع س تغير سمت الى س' والأفق الى ب' ح' ويصير المنظور من السماء القوس ب' س' ح' وتوسع منطقة الكواكب الأبدية الظهور ويختفي كثير من الكواكب التي كانت تشرق وتغرب جهة الجنوب . ويرسم بعضها فوق الافاق قوساً صغيراً

في أفق أى شخص انما هو بسبب انتقال الافق ودورانه من الغرب الى الشرق بسبب الحركة الأرضية اليومية . فيرى أن النجوم كلها هي التي تدور من الشرق الى الغرب ولذلك كانت النتيجة من دوران الارض من الغرب الى الشرق أو دوران النجوم في جهة معاكسة لها واحدة في انشاء ظواهر حركة النجوم اليومية^(١)

* تنبيهات

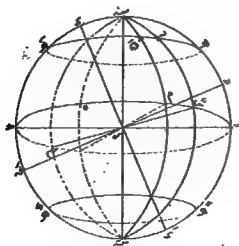
- (١) المقنطرات — هي الدوائر الموازية لدائرة الأفق . وهي تصغر كلما قربت من قطبيها . سمي الرأس والقدم^(١)
- (٢) الرأسيات أو دوائر السموت — هي الدوائر المارة بسمي الرأس والقدم . العمودية على الأفق . وأول الرأسيات . الدائرة المارة بنقطتي المشرق والمغرب . وهذه الدائرة هي المعتبرة مبدأ لكل الرأسيات^(٢)



(شكل ٧)

وأما إذا كان محور الدوران $ح ب$ (شكل ٧) مائلا على مستوي الأفق $ب ح$ كما يرى في بلادنا فإن النجوم المحصورة في الزوايا الواقعة بينهما $ب ح ب$ ترى ظاهرة دائما . ولما كان مستوى الأفق $ب ح$ يرسم مخروطا في دورانه مع الأرض حول محور العالم ويشغل أوضاعا

مثل $ب ح ب$ و $ب ح ب$ شوهذا ارتفاع تلك النجوم وانخفاضها تبعا لبعدها عن الأفق وقربها منها كالنجمة $د$ مثلا حيث تظهر أنها ترسم دائرة تامة عمودية على محور الدوران وهكذا سائر نجوم هذه المنطقة



(شكل ٨)

(١) في (شكل ٨) الدوائر الصغار مثل $ه ه$ $ك ك$ هي الموازية للأفق $ب ح$ تسمى (المقنطرات) . فما كان منها فوق الأفق يدعى . مقنطرات الارتفاع . وما كان تحت الأفق يدعى . مقنطرات الانخفاض وهذه الدوائر تحدد الارتفاعات

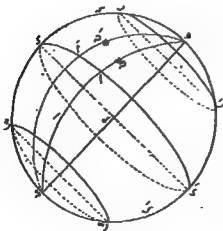
(٢) كل دائرة مثل $م م$ تمر بسمي الرأس والقدم $م م$ وكوكب $ن$ عمودية على الأفق $ب ح$ تسمى (دائرة رأسية) ويسمى سطحها

(٣) الزاوية السميتية — هي الزاوية المحصورة بين مستوى أى دائرة رأسية ومستوى أول الرأسيات . بشرط أن لا تزيد عن ربع الدائرة .
وتقدر بقوس من دائرة الأفق يسمى (قوس السميت أو السميت) ^(١)
(٤) السميت — هي القوس المتممة للزاوية السميتية وهي التى بين تلك الدائرة الرأسية واحدى نقطتى الشمال والجنوب . بشرط أن تقل عن الربع :
(الدوائر السماوية)

دائرة معدل النهار — دائرة نصف النهار — دائرة وسط منطقة البروج — مدار السرطان — مدار الجدى
دائرة معدل النهار : — هي الدائرة العمودية على محور العالم ، ومركزها مركز الكرة السماوية ^(١)

(مستوى رأسيا) وأحداها المارة بنقطتى المشرق والمغرب من غ تسمى (أول الرأسيات)

(١) فى (شكل ٨) الزاوية الزوجية من م م أو من م م المحصورة بين الدائرة الرأسية من م م المارة بالكوكب هـ . وبين أول الرأسيات من م م تسمى (الزاوية السميتية) وتقدر بالقوس من م م من دائرة الافق ويسمى بقوس السميت أو السميت .



(شكل ٩)

(١) فى (شكل ٩) اذا كان محور الدوران (محور العالم) هـ هـ ٦ الكرة السماوية من م م ومركزها م فالمستوى المار بالمركز العمودى على هـ هـ . يقطع الكرة السماوية فى دائرة عظيمة ز د . وهى دائرة معدل النهار . فهذه الدائرة تقسم الكرة السماوية الى نصفين

وسميت بذلك لأنه عند حلول الشمس فيها يعتدل الليل والنهار في جميع الأماكن التي يساويان فيها يوماً شمسياً . وهي دائرة عظيمة يقسم مستويها الكرة السماوية إلى نصفين متساويين شمالاً وجنوباً

تقسم دائرة المعدل : — تعتبر هذه الدائرة مقسمة إلى ٣٦٠ وكل درجة إلى ٦٠ . وكل دقيقة إلى ٦٠ . وكل ثانية إلى ٦٠ . وهكذا ولأن الأرض تم دورتها اليومية في ٢٤ ساعة زمانية تقريباً أمام هذه الدائرة . يمكن اعتبارها أيضاً مقسمة إلى ٢٤ ساعة . وكل ساعة إلى ٦٠ زمانية وكل دقيقة إلى ٦٠ زمانية وهكذا

$$\text{وبناء عليه تساوى الساعة } \frac{360^\circ}{24 \text{ ساعة}} = 15^\circ \text{ تساوى الدجة } \frac{60 \times 24}{360}$$

= ٤ زمانية

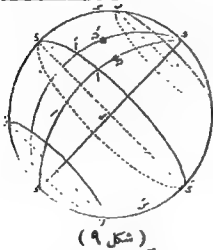
* تبيينه : دوائر الميل أو الموازيات : — هي الدوائر الموازية لدائرة المعدل فتكون عمودية على محور العالم أيضاً . وتأخذ في الصغر كلما قربت من القطبين ^(١)

دائرة نصف النهار — خط الزوال وكيفية تعيينه — الجهات الأصلية

متساويين . أحدهما شمالاً لاشتراكه على القطب الشمالي و الآخر جنوباً لاشتراكه على القطب الجنوبي و

(١) فإذا تصورنا مستويات موازية لمستوى دائرة المعدل (شكل ٩) فأنها تقطع الكرة في دوائر صغيرة بـ ب' ب'' ب''' . عمودية على محور العالم . وموازية لدائرة المعدل تسمى : الموازيات أو دوائر الميل : ويشاهد صغرهما كلما قربت من القطبين

دائرة نصف النهار وتسمى خط الزوال السماوى : — هى الدائرة المارة بطرفى محور العالم وسمى الرأس والقدم^(١) وسميت بذلك لأنه عند حلول الشمس فيها . ينتصف النهار ، ويحصل الزوال . وهى دائرة عظيمة تقسم الكرة السماوية . ودوائر



(١) تمهيد : يمكن أن تأخذ من جميع نقط دائرة المعدل (شكل ٩) مستويات مارة بمحور العالم . فتقطع الكرة السماوية فى دوائر عظيمة مارة بالقطين تسمى (الدوائر أو الخطوط الجانبية أو الساعية) فالدائرة الجانبية

أو الساعية لنجمة ما ω هى الدائرة العظيمة $\omega \delta$ $\omega \epsilon$ المارة بالقطين δ ϵ وبالنجمة ω المذكورة . والزاوية $\delta \omega \epsilon$ المحصورة بين كل مستويين جانبيين مثل $\omega \delta \epsilon$ $\omega \epsilon \zeta$ $\omega \zeta \eta$ تسمى (الزاوية الساعية) وتقدر بالقوس $\delta \omega \zeta$ من دائرة المعدل المحصور بين هذين المستويين . وتحسب من خط نصف النهار الى الغرب من . الى . 390°

فلو فرضنا احدى هذه الدوائر الجانبية مارة أيضاً بسمى الرأس والقدم بأن تكون متعلقة بأفق الراصد دائماً . صودية عليه . تابعة لحركة الأفق مع الأرض من الغرب الى الشرق لا لحركة الكرة السماوية الظاهرية من الشرق الى الغرب . سميت حينئذ هذه الدائرة (دائرة نصف النهار أو خط الزوال السماوى) فالدائرة العظيمة $\omega \delta \epsilon$ $\omega \epsilon \zeta$ $\omega \zeta \eta$ (شكل ٩) المارة بطرفى محور العالم . هى دائرة جانبية أو ساعية اذا لم يفرض مرورها بسمى الرأس والقدم δ ϵ وثباتها بقباطهما . وتكون (دائرة نصف النهار) اذا تصورنا مرورها بهما دائماً صودية على الأفق $\delta \omega \zeta$ (شكل ٨) وحينئذ تقسم جميع دوائر الميل أو مدارات النجوم الى قسمين متساويين

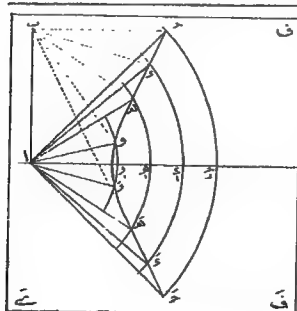
الكواكب. والنجوم اليومية. وما فوق الأفق من أقواس هذه الدوائر. الى نصفين متساويين

وحينما توجد الكواكب والنجوم على هذه الدائرة فوق الأفق. يقال انها في أعظم ارتفاعها، في المتوسط، في المرور العلوي، في الزوال الحقيقي بالنسبة الى الشمس

* **خط الزوال الجغرافي** : — هو أثر مستوى دائرة نصف النهار على سطح الارض فهي تسامته في السماء

* **تعيين خط الزوال** — لهجلة طرق منها (١) طريقة الظلال المتساوية (٢) طريقه الارتفاعات المتطابقة (٣) البوصلة

طريقة الظلال المتساوية : — لذلك نرغب ظل شاخص قد وضع في مركز جلة دوائر متوازية مرسومة على مستوى افقي. ونعلم بعلامات في نقط حلول طرف ظل هذا الشاخص على محيطات هذه الدوائر قبل الظهر وبعده. فنصف الأقواس المحصورة بين نقط قبيل وبعد الظهر هو «خط الزوال»^(١)



(شكل ١٠)

(١) ففي (شكل ١٠) اذا فرض موقع الشاخص العمودي على المستوى الافقي فـ فـ يـ مركزا لمتحدة دوائر متوازية مع ضبط هذا المستوى بميزان الماء والشاخص بميزان الرصاص. ثم انتظر وقت وجود ظل الشاخص على كل من هذه الدوائر قبل الزوال وبعده.

طريقة الارتفاعات المتطابقة: — لذلك نرصد نجمة بنظارة بعد شروقها وقبل غروبها بزمنين متعدين. أى وهي على ارتفاع مناسب قبل وبعد التوسط. فنصف الزاوية الحادثة من شعاعي النظارة في هذين

فكانت نقط ح^٦ و^٦ ه^٦ و^٦ . هي محلات طرف الظل ا ح^٦ ا^٦ ه^٦ ا^٦ و^٦ . على تلك الدوائر قبل الزوال . وكانت نقط ح^٦ و^٦ ه^٦ و^٦ . محلات تقابل طرف الظل ا ح^٦ ا^٦ ه^٦ ا^٦ و^٦ . على الدوائر بعينها بعد الزوال

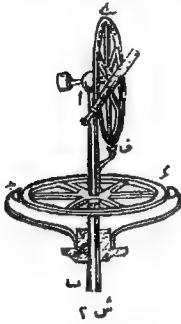
وبما أنه عند وجود الشمس على ارتفاعات متساوية قبل الزوال وبعده تكون موجودة على دوائر ساعية متساوية الأبعاد بالنسبة الى دائرة نصف النهار تقريباً قبل الزوال وبعده . خصوصاً اذا كانت الشمس قريبة من المتقلين .
ومعلوم أن للظلال المتناظرة مثل ١٦ح ١٦و ١٦د ١٦س هي اثرات مستويات الدوائر الساعية المتناظرة . فيلزم أن تكون نقط تقابل هذه الظلال بالدوائر حول الشاخص على ابعاد متساوية من خط الزوال لانه أثر دائرة نصف النهار وبناء على ما تقدم لو نصفنا الاقواس حح ٦و ٦د ٦س ٦هـ ٦و . المحصورة بين تقاطع تقابل طرف الظل بكل دائرة قبل الزوال وبعده . كان الخط المنصف لتلك الاقواس (الما من النقط ح ٦و ٦د ٦س ٦هـ و وموقع الشاخص) هو (خط الزوال)

أى أثر مستوى دائرة نصف النهار على المستوى الافقى ف ف ي
وهذه الطريقة تقريبية غالبا . لأن الشمس وان كانت تشترك مع سائر
النجوم فى الحركة اليومية الا أن مدارها البومى لا يوازي دائرة المعدل فيما
بين الشروق والغروب لأن بعد مركزها عن القطب يتغير فى مسافة يوم اللهم
الا اذا كانت الشمس قرب المنقلين فان هذا التغير يكون قليلا يمكن اهماله
وسأأتى بيانه

الرصد ين هو (خط الزوال)^(١)

البوصلة : - هي عبارة عن ابرة ممغنطة محمولة على محور رأسى

(١) أحسن ما يستعمل لذلك نظارة (التيودوليت شكل ١١) وهي تتركب



(شكل ١١)

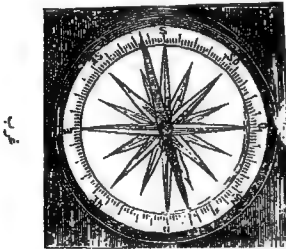
من دائرتين مدرجتين . احدهما ي ف رأسية
وتتحرك حول محور أفقى . وتحمل نظارة
تتحرك كذلك في مستويها وعلى حافة هذه
الدائرة يقاس البعد السمقى لأى نجمة . .
ثانيتهما دائرة ح د وهى أفقية وتحمل عضادة
تتحرك حول مركزها . والمحور الأفقى الذى
تتحرك حوله الدائرة الرأسية يحول على محور
رأسى اب قائم في مركز الدائرة الأفقية ح د
وتتحرك الدائرة الرأسية حوله بحيث يمكن

وضع مستويها في مستو رأسى حيثما اتفق فتتبع العضادة هذه الحركة . ووضع
العضادة في كل لحظة يدل على الزاوية السمتية للدائرة الرأسية متى كانت الآلة
موطنه . بحيث يكون صفر تقاسيم الدائرة ح د منطبقا على نقطة الأفق التى
يقطعها فيها مستوى أول الرأسيات وبواسطة المسامير المقلوطة الموجودة في
كرسى الآلة مع الموازين ذات الفقيمة الهوائية يجعل المحور اب رأسيا بالضبط
وكيفية استعماله لتعيين خط الزوال : - نرغب به نجمة بعد شروقها من
ما أى وهى على ارتفاع موافق ونعلم سمت الدائرة الرأسية . بأن نقرأ الرقم
الواقعة عليه العضادة في هذا الوضع . ثم بعد أن تثبت النظارة على ما هى عليه حين
هذا الرصد من ميلها على الدائرة الرأسية . تدار الدائرة الرأسية في جهة الحركة
اليومية حول المحور الرأسى حتى يتسیر بعد مسافة زمنية رؤية هذه النجمة
من جديد في بورة النظارة . واليعلم أن في هذه اللحظة تكون النجمة على
أرتفاع مساو للذى كان لها في لحظة الرصد الأول . ثم يعلم سمت الدائرة
الرأسية في هذا الوضع أيضاً

مرتكز على مستو أفق مدرج . ولاستعمالها لتعيين خط الزوال يجب أن يعلم الانحراف المغناطيسى للمحل الجارى فيه الرصد . أعنى الزاوية التى يصنعها اتجاه الأبرة مع خط الزوال . ومقداره فى مصر ٥° نحو الغرب . ولأنه يتعذر رصد الشمس أو النجوم فى غالب الأوقات بسبب السحب أو الضباب ^(١) كانت هذه الآلة ضرورية

ومن حيث أن المضادة تمثل شعاعى النظارة فى الرصدين على الدائرة الأفقية فاذا رسم منصف الزاوية المحصورة بين القراءتين فى وضعى المضادة . أى منصف الزاوية التى دارت بها الدائرة الرأسية كان هو (خط الزوال) . وأيضاً لو جعلت المضادة على منصف القوس المحصور بين القراءتين كان وضعها (خط الزوال) بالضبط وكان وضع الدائرة الرأسية هو مستوى دائرة وسط النهار (١) والآلة المستعملة لذلك هى بوصلة الانحراف (شكل ١٢) فاذا كانت

شمال



جنوب

(شكل ١٢)

الزاوية . التى يصنعها اتجاه الأبرة مع خط الزوال معلومة بالنسبة لمحل التمييز التى قدرها فى مصر ٥° تقريباً نحو الغرب تدار الآلة الى أن تصير فى اتجاه غرب خط الشمال والجنوب بتلك الزاوية وحينئذ يكون اتجاه هذا الخط هو (خط الزوال)

ولأن الانحراف يتغير من بلد الى آخر ومن سنة الى أخرى فى المحل الواحد . استعمل الملاحون جداول تدلهم على مقدار هذا التغير لجميع البحار التى يسرون فيها

الجهات الأصلية — طرف خط الزوال الذي في اتجاهك وأنت تشاهد القطب الشمالى السماوى يميز (نقطة الشمال) بالضبط . والطرف الآخر يمين (نقطة الجنوب) كذلك . فلو أقمت خطاً عمودياً على خط الزوال يمين طرفه الذى على يمينك . (نقطة الشرق) والطرف الآخر (نقطة الغرب) وهذه هي الجهات الأصلية ^(١)

دائرة وسط منطقة البروج وتسمى الدائرة الكسوفية : — هي دائرة عظيمة تتجه من الشمال الشرقى الى الجنوب الغربى تقريباً . تميل على دائرة المعدل بزاوية قدرها ($28^{\circ} 23'$) وعلى محور العالم بتمام (90°)

(١) تعلق مستوى الزوال بالأفق وثبوت بثبوت محور العالم جعله صالحاً لأن يجعل مبدأ تعدد منه الزوايا السمتية ولذلك جعله بعضهم أول الرأسيات . ونهايتنا خط تقاطعه بمستوى الأفق أى خط الزوال ما الجنوب والشمال . والمستوى الرأسى العمودى على مستوى الزوال يمين بتقاطعه مع الأفق تقطى الشرق والغرب وهذه الجهات الأربع وهى الشمال والشرق والجنوب والغرب تسمى النقط الأربع الأصلية

فنى (شكل ١٢) لو فرضنا الخط المكتوب عليه شمال جنوب (خط الزوال) وكان طرفه المكتوب عليه (شمال) أمامك وأنت تشاهد القطب الشمالى . كان متجهاً . الى نقطة الشمال تماماً . وطرفه الآخر الى نقطة الجنوب تماماً . والخط المكتوب عليه (شرق غرب) العمودى على خط الزوال يمين طرفه الذى على يمينك نقطة الشرق والذى على يسارك (نقطة الغرب)

ولهذه الجهات الأربع تنسب الاتجاهات المتوسطة . فإذا نصفت الزوايا الأربع الواقعة بين خط الزوال والعمودى عليه يتحصل على النقط الفرعية وهى الشمال الشرقى والشمال الغربى والجنوب الشرقى والجنوب الغربى . وبقسمة كل من هذه الزوايا الى قسمين متساوين مرتين يتحصل على ٣٢ اتجاهها تسمى وردة الرياح

الاعتدالين : — هما تقطعتا تقابل الدائرة الكسوفية بدائرة المعدل على قطر واحد يسمى بخط الاعتدالين . فما كانت حركة الشمس منه الى شمال دائرة المعدل يدعى (الاعتدال الربيعي) عند أهل العروض الشمالية وما كانت الحركة منه الى الجنوب يدعى (الاعتدال الخريفي)^(١) وسميا بذلك : لانه عند حلول الشمس بهما توجد على دائرة المعدل . ويؤرى أنهار رسمتها في هذا اليوم ويستوى الليل والنهار ويتبدى فصلا الربيع والخريف

المنقباه : — هما تقطعتا تقابل الدائرة الكسوفية بطرفي الخط العمودي على قطر الاعتدالين . وفيهما يكون للشمس أعظم بعد ٦ ميل عن دائرة المعدل . فا كان منهما شمال دائرة المعدل فهو (المنقلب الصيفي) عند أهل العروض الشمالية وما كان جنوبها فهو (المنقلب الشتوي)^(٢)

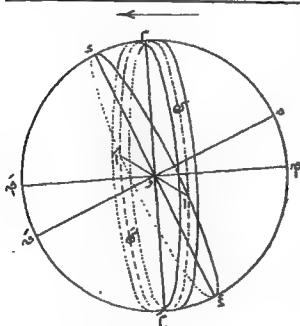
(خطوط العرض السماوية) وتأخذ هذه الدوائر في الصغر كلما قربت من قطبي المنطقة ف ٦ ف

(١) الدائرة الكسوفية تقابل دائرة المعدل في نقطتين متناظرتين ل ٦ لـ (شكل ١٣) احدهما ل تسمى (نقطة الاعتدال الربيعي) . وهي التي توجد بها الشمس على دائرة المعدل عند مرووها من القطب الجنوبي الى الشمال . والآخرى ل تسمى (نقطة الاعتدال الخريفي) . وهي التي تحل بها الشمس عند مرورها من النصف الشمالي الى الجنوبي والخط ل ك يسمى (خط الاعتدالين) . وزاوية ميل الدائرة الكسوفية س م على دائرة المعدل تسمى (الميل الأعظم)

(٢) فاذا أنقنا من مركز الكرة السماوية و (شكل ١٤) وفي مستوى

وسميا بذلك : لأنه عند حلول الشمس فيهما . ترى كأنها واقفة ثم تنقلب فى حركتها وتبجه الى الجنوب بعد الشمال والى الشمال بعد الجنوب . ويبتدىء فصلا الصيف والشتاء

منطقة فلك البروج - هى شبه شريط من سطح الكرة السماوية عرضها ١٨° تقريبا يتوسطها الدائرة الكسوفية وتنحصر بين دائرتين موازيتين لها^(١)



(شكل ١٤)

الدائرة الكسوفية ك خط عموديا على خط الاعتدالين ١١ . فانه يقابل محيط هذه الدائرة فى تقطعتين م فى نصف الكرة الشمالى وتسمى (المنقلب الصيفى) م فى الجنوبى وتسمى (المنقلب الشتوى) وخطا الاعتدالين والمنقلبين يقسمان الكرة السماوية الى أربعة أقسام

متساوية تسمى (فصولا) وتتحرك الشمس على الدائرة الكسوفية كما هو مبين بالسهم من الاعتدال الربيعى الى المنقلب الصيفى م الى الاعتدال الخريفى الى المنقلب الشتوى م الى الاعتدال الربيعى وهكذا وسيأتى بيانه تفصلا (١) هذه التسمية قديمة وكانت معروفة فى مصر واليونان أنها محل السير للشمس والسيارات الأضلية على القبة السماوية . ويقدررون عليها مواقعها وطول حركاتها ولم يزل الى الآن وقدماء الفلكيين لما امكنهم معرفة الصور التى تقطعها الشمس بمحركاتها السنوية قسموا الدائرة الكسوفية ومنطقة فلك البروج الى هذه الانثى عشر جزءا لتعيين الأوضاع المتتالية التى تشغلها الشمس فى مدة سنه . ومموها بأسماء الصور الكوكبية المطابقة لها فى ذاك الوقت . وهى

تقسم منطقة فلك البروج - تنقسم هذه المنطقة بالابتداء من الاعتدال الربيعي الى ١٢ برجاً متساوية. ثلاثة منها ريعية ٦ ثلاثة صيفية ٦ ثلاثة خريفية ٦ ثلاثة شتوية وكل برج منها ثلاثون درجة وهاك أسماءها بترتيبها من الاعتدال الربيعي الحمل - الثور - الجوزاء - السرطان - الأسد - السنبلة - الميزان - العقرب - القوس - الجدى - الدلو - الحوت

مدار السرطان - هو الدائرة اليومية التي ترسمها الشمس حينما تكون في الانقلاب الصيفي^(١)

مدار الجبري - هو الدائرة اليومية التي ترسمها الشمس عند ماتكون في الانقلاب الشتوي^(١)

وان تغير منظر السماء من منذ الى سنة. وكذلك تغيرت مواقع الشمس على هذه الصور بسبب تقهقر الاعتدالين. لكن لازالت اسماء تلك الصور محفوظة لهذه الأثنى عشر جزءاً. وقد جمعها بعضهم في قوله

حمل الثور جوزة السرطان ورعى الليث السنبلة الميزان
ورعى عقرب بقوس الجدى نزج الدلو بركة الحيتان

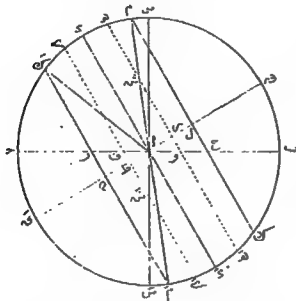
وقبل اكتشاف السيارات التلسكوبية كان عرض المنطقة المذكورة معتبراً من ١٧° الى ١٨° ولكن بعد أن اكتشف وجد أن مداراتها ذات ميل أكبر من هذا العرض

(١) سبق أن دائرة وسط منطقة البروج المائلة على دائرة العدل هي مدار الشمس في حركتها السنوية الظاهرية الناشئة عن حركة الأرض الحقيقية حول الشمس في مدة سنة

وهنا نقول بسبب حركة الأرض اليومية حول محورها تظهر الشمس أنها ترمم كل يوم دائرة عمودية على محور العالم منطبقة على دائرة العدل (في يوم الاعتدالين) وفي غير هذين اليومين ترمم موازيات لدائرة العدل شاملاً أو

وهذان المداران موازيان لدائرة المعدل وبينهما المتوازيات اللاتي ترسمها الشمس في سائر أيام السنة ومنها دائرة المعدل في يومى الاعتدالين

جنوبها وحينما تكون في أعظم ميلها عند المنقلين ترسم مدارى الجدى والسرطان فى (شكل ١٥) اذا فرضنا $ص$ ح $ق$ مستويًا جاذبيًا $ك$ ب $ح$ الأفقى ١٦ اس الرأسى المار بموقع الراصد ١٦ $ص$ $ح$ محور العالم . ثم لأجل التقريب نفرض



(شكل ١٥)

أن خط الاعتدالين منسقط عموديا على هذا المستوى الجانبي في $ا$ ومسقط دائرة المعدل عليه ميين بخط $ا$ $و$ ومسقط دائرة وسط منطقة فلك البروج ميين بالمستقيم $م$ $ا$ مائل على الخط الأول $و$ بمقدار $(٢٣^\circ ٢٨')$ فى الاعتدال الربيعى —

تكون الشمس في نقطة $ا$ وفى هذا اليوم ترسم بحركتها اليومية دائرة المعدل $ا$ $ك$ ثم تنتقل الشمس في نصف الكرة الشمالى راسمة فى كل يوم دائرة يومية موازية لدائرة المعدل . وهذه الدوائر المرسومة بحركتها اليومية الموازية لدائرة المعدل هى دوائر الميل المشار اليها سابقا . وبعد مضى بضعة أيام تأتى فى نقطة $ش$ من الدوائر الكسوفية ويرى أنها ترسم بحركتها اليومية دائرة الميل $هـ$ $هـ$ وعند ما تحل فى نقطة المنتقاب الصبغى $م$ ترسم المدار اليومى $م$ $ك$ ويسمى (مدار السرطان) ثم تأخذ الشمس فى القرب من المعدل ثانياً راسمة فى كل يوم دائرة ميل (مدار آيوسيا) الى أن تحل فى نقطة الاعتدال الخريفى المسقوطة أيضاً فى $ا$ وترسم دائرة المعدل ثم تمر الشمس فى نصف الكرة الجنوبي الى أن تأتى فى $ش$ وترسم دائرة الميل $ى$ $ى$ الى أن تحل بنقطة المنتقاب الشتوى $م$ وترسم المدار $م$ $ك$ ويسمى (مدار الجدى)

ملاحظة — المنحنى الذى ترسمه الشمس في يوم ليس دائرة حقيقية بل هو منحن غير منلق فهو كطية من طيات منحن حلزوني^(١)

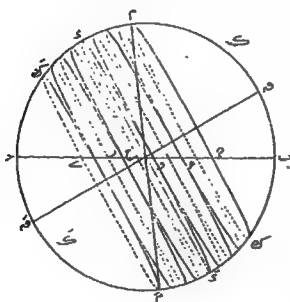
الفصل الثالث

نظارة العبور — الدائرة الحائطية — كيفية تمييز القطب السماوى

الميل — الصعود المستقيم

نظارة العبور — هى آلة فلكية تتكون من ميكروسكوب

(١) ولذلك نرى في (شكل ١٦) أن ما ترسمه الشمس بحركتها الظاهرية اليومية



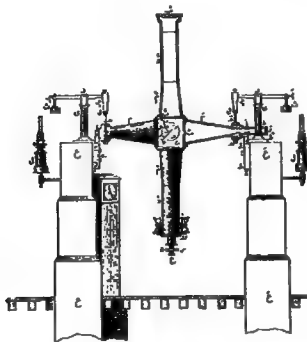
(شكل ١٦)

على الكرة السماوية كـ
وهو منحن حلزوني محصور بين
مدار السرطان ك ومدار الجدى
م ك وهى تسير من نقطة الاعتدال
الربيعى حالة كونها ترسم كل
يوم بحركتها اليومية طية من
طيات منحن حلزوني الى
(المنقلب الصيفى) وفيه ترسم
مدار السرطان ثم منه الى نقطة

الاعتدال الخريفي فبعد أن كانت في نصف الكرة الشمالى تصير في نصف
الكرة الجنوبى الى (المنقلب الشتوى م) وهنا ترسم مدار الجدى ثم ترجع
في ذلك المنحنى الحلزوني بالتأني الى نقطة الاعتدال الربيعى وهكذا

وينشأ من هاتين الحركتين الظاهريتين أن الشمس تشرق في نقط مختلفة
من الأفق ب ح في الأيام المتتالية مثل و ٦ ه وتغرب كذلك في نقط
مختلفة منه مثل ح ٦ و لكنها لا تتجاوز نقطتين معلومتين ٦ ى منه
أحدهما ٦ نحو الشمال والأخرى ى نحو الجنوب

مركب يتحرك على محور أفقي محمول على كتفيز متينين من البناء أو غيره وطرفا هذا المحور يتحركان في سكرجتي زاسطوانيتين مثبتتين على مسندى الكتفين .^(١) ويشترط أن يكون محور دورانها أفقيا^(٢) وأن يكون المكرسكوب عموديا عليه^(٣)



(شكل ١٧)

(١) ففي (شكل ١٧)
ع ش هو الميكروسكوب
أو المحور البصرى ٦ م م
المحور الأفقى ٦ ع ع
الكتفان ٦ اى المسندان
٦ ا الطرفان (الاصبعان)
٦ ع العدسة العينية (التي
توضع امام العين وقت
الاستعمال) وش العدسة
الشيئية (التي توضع جهة
الشيء)

(٢) لتحقيق هذا الشرط يوضع ميزان ماء على المحور الافقى ويرفع أو ينخفض أحد طرفيه حتى تصير فقيعة الميزان في الوسط
(٣) لذلك ينظر بالنظارة الى تقاسيم مسطرة توضع افقية على بعد منها .
ويعلم القسم الذى تنطبق عليه نقطة تقاطع حامل الشعر الذى في النظارة .
ثم يرفع المحور من السكرجتي وتدار الآلة الى أن يصير أحد الصباعين في السكرجة التى كان يشغلها الصباع الآخر وبالعكس فاذا انطبقت نقطة تقاطع الصعرات على القسم الذى انطبقت عليه في الحالة الاولى بعينه كان الشرط مستوفيا . والا فيعلم القسم الجديد الذى انطبقت عليه . وفي منتصف المسافة الواقعة بين القسمين المعلمين يوجد الوضع العمودى للمحور البصرى

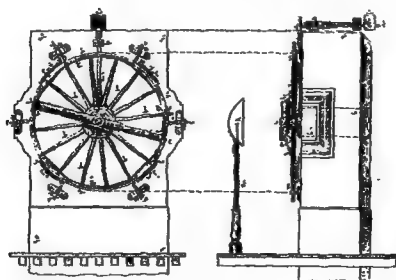
وإن يتحرك في مستوى الزوال^(١)

وهذه النظارة يعرف بها زوال الشمس وتوسطات الكواكب .
ولذا تسمى « نظارة المرور » أو النظارة الزوال

الدائرة الحائطية — هي عبارة عن نظارة زوالية محورها الأفقي
يتحرك في سكرجة مثبتة في حائط بني على خط الزوال وفي مركز طارة
من النحاس مقسمة من الأعلى^(٢) المطابق للوضع الرأسى للمحور

ويوجه المحور البصرى المذكور نحو نقطة منتصف المسافة المذكورة بتحريك
حامل الشعر في مستوييه تحريكاً عرضياً بواسطة برمة

(١) ولذلك يعرف بواسطة (بندول نجمي) الزمن الذي يمضي بين المرور بين
الماوى والسفلى لنجم أبدي الظهور بالمستوى الرأسى المرسوم بالمحور البصرى
لنظارة . فإذا كان هذا الزمن مساوياً لنصف يوم نجمي كان المستوى المذكور
منطبقاً على مستوى الزوال . وإلا حرك أحد الصباعين أفقياً إلى أن يساوى
نصف يوم نجمي فيتحقق هذا الشرط



(شكل ١٨)

(شكل ١٩)

(٢) ففي (شكل ١٩) ترى الحائط مرسماً مثبتاً به سكرجة يتحرك
فيها المحور الأفقي ص المار من مركز الطارة ح ح' الشبهة بعجلة العرب
ويتحرك على هذه الطارة والمحور الأفقي . ذلك المحور البصرى ع ش

البصرى ^(١) من الصفر الى ٣٦٠ ويشترط فيها شروط النظارة الزوالية ويعرف بها ميول النجوم . وغاية ارتفاعها . وابعادها السميتية . والقطبية وقت التوسط . وكذا القطب السماوى

كبفة تعيين القطب السماوى - لذلك نرصد كوكبا أبدي الظهور حين توسطه الأعلى والأسفل بالدائرة الحائطية . فنصف مجموع درج بعدى التوسطين عن السميت هو درج اتجاه النظارة الى القطب ^(٢)

ولاستعمالها تقرأ الدرجة المطابقة لنقطة السميت ثم الدرجة المطابقة للمحور البصرى وهو امام النجم المراد تعيينه وما بين القراءتين هو البعد السميتى الخ (١) هذا هو الشرط الاساسى ويتحقق برصد النظر من وقت الى آخر . بأن يوضع أسفل الآلة اناء مملوء بالزئبق فيكون سطحه الساكن أفقيا . فاذا وضعت النظارة في وضع رأسى وكانت الشبكية جهة الأسفل ونظر الى السطح العاكس لهذه المراية الى السميت سائل الزئبق . أمكن رؤية صورة شعرات حامل الشعرا الذي يعنى بتنويره بالقاء ضوء مصباح على الشعرات . ففى كانت نقطة تقاطع الشعرات منطبقة تمام الانطباق على صورتها الخاصة . يكون المحور البصرى للنظارة رأسيا . وفى هذه الحالة يكون متجهها نحو النظر وبقراءة القسم المطابق للنظارة وطرح ١٨٠° منه يتحصل على القسم المطابق للسميت ويتحصل على صفر التقاسيم

(٢) واليكن س س (فى شكل ٢٠)

دائرة نصف النهار ك ح الأفق

ب سمت الرأس ب القطب

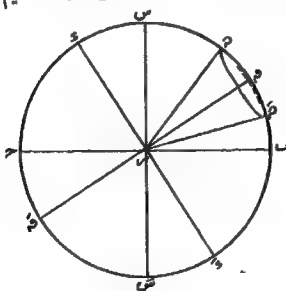
السماوى المطلوب تعيينه ب د

دائرة المعدل

فبقتضى ما تقدم وهو أن

النجوم ترمم دوائر تامة حول

محور العالم ب س د . اذا راقبنا



(شكل ٢٠)

الصعود المستقيم — كيفية تعيينه

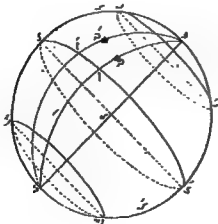
الصعود المستقيم . ويسمى المطلع المستقيم — هو بعد الكوكب عن نقطة الاعتدال الريعى . ويقدر هذا البعد بقياس قوس دائرة المعدل المحصور بين دائرة نصف النهار المارة بهذا الكوكب ودائرة نصف النهار المارة بنقطة (الاعتدال الريعى)^(١)

نحيا أبدي الظهور . نراه يتوسط مرتين ويمر بدائرة نصف النهار في نقطتين δ δ بحيث يكون القوس $\delta = \delta$. وتسمى نقطة δ القريبة من سمت الرأس بنقطة التوسط الاعلى لهذا الكوكب δ نقطة التوسط الاسفل له

ولذلك اذا عينا بعد التوسط الاعلى بالدائرة الحاطية وهو القوس δ . وكذا بعد التوسط الاسفل وهو القوس δ . ومعلوم أن $\delta = \delta$ $\delta + \delta = \delta = \delta - \delta$ فهما ان متساويتان مجمعهما ينتج أن $\delta + \delta = \delta + \delta$

$$\frac{\delta + \delta}{2} = \delta \text{ أن } \delta = \delta$$

وهو بعد القطب عن سمت الذى هو القوس δ فاذا أريد معرفة (ارتفاع القطب عن الافق) ي طرح البعد المذكور من 90° فالباقي يكون هو الارتفاع المطلوب



(شكل ٢١)

وبهذه الطريقة وجد أن ارتفاع القطب عن سطح أفق القاهرة $30^\circ 24'$ والبعد القطبى لآى نجم — هو باقى طرح البعد السمتى للنجم من بعد القطب السمتى . فان البعد القطبى لنجم δ هو $\delta - \delta$

(١) (فى شكل ٢١) لو فرضنا δ

ويعد الصعود من 0° الى 360° من المغرب الى المشرق ابتداء من

نقطة الاعتدال الربيعي

كيفية تعيين الصعود المستقيم لكوكب ما — لذلك تستعمل النظارة الزوالية ٦ بندوق منظم (ساعة تدق الدقائق والثواني) فيرصد كوكب أصل الصعود المستقيم (كاحد الكواكب ٤ من الدب الاكبر ٦ ا من المرأة المسلسلة لوقوعهما على الدائرة الجانبية المارة بنقطة الاعتدال الربيعي تقريباً) ^(١) وقت مروره بدائرة نصف النهار. ويعين هذا الوقت على البندوق. ثم يرصد الكوكب المراد تعيين مطلقه حين مروره بها أيضاً. ويعين وقته. فالزمن الذي بين الوقتين اذا حول الى

دائرة المعدل ٦ ا ب الدائرة الجانبية المارة بنقطة الاعتدال الربيعي ا وكوكب ٥ من كواكب أصل الصعود المستقيم فالبعد ا هو مطلق الكوكب ٥ (١) فاذا أريد التحقيق لا التقريب. يرجع الى جدول النجوم الأساسية. وذلك أنه لما لم يوجد نجوم على دائرة نصف النهار المارة بنقطة الاعتدال الربيعي بالضبط عينوا المطالع المستقيمة: لضبط الكلي لجملة نجوم شهيرة يسهل رصدها بالنظارة ليلاً ونهاراً ووضعوا لها جدارل سموها جداول النجوم الأساسية. وصار الآن استعمال هذه النجوم لأمر كثير منها (تنظيم البندوق النجمي) فترصد مروراتها العلوية والسفلية لذلك

ومنها رصدها عوضاً عن رصد نقطة الاعتدال الربيعي لتعيين الصعود. فاذا كان البندوق منظماً على نقطة الاعتدال الربيعي سهل الأمر لأنه اذا بين وقت مرور الاعتدال بمستوى الزوال 0° وبين وقت مرور النجم المراد مطلقه $18^\circ 33' 2''$ فإن الصعود المستقيم لهذا النجم $= (2^\circ 33' 18'') \times 10^\circ = 18^\circ 33' 18'' = 18^\circ \times 10 = 180^\circ$ من الدرج أعني $278^\circ 40'$ وهو المطلوب

درجات قوسية بمقتضى ما سبق . يكون الناتج هو الصعود المستقيم لهذا الكوكب

الميل - كيفية تعيينه

الميل - هو بعد الكوكب عن دائرة المعدل . ويقدر بمقياس قوس دائرة نصف النهار المحصور بين الكوكب المفروض ودائرة المعدل

وتقدر الميول من 0° الى 360° في نصف الكرة الشمالى ومن 0° الى 90° في النصف الجنوى بمعنى أنها موجبة في الشمالى وسالبة في الجنوى

كيفية تعيين الميل - لذلك يعين البعد القطبي للكوكب بالدائرة الحاطية كما سبق ثم يطرح من 90° ويسبق الباقي بعلامة + اذا كان الميل شماليا - اذا كان جنوبيا ^(١)

وأما اذا كان البندول ليس منتظما على تقطة الاعتدال الربيعي فنعمد الى نجم أسمى فثلا يوجد في الجداول أن المطلع المستقيم للنجمة الاساسية المسماة

الطائر من النسر هو $19^\circ 45' 29''$ د س والبندول بين وقت مروره بمستوى

الزوال $19^\circ 44' 52''$ د س يعنى في البندول تأخير قدره $17^\circ 79'$ ث . ويراد معرفة

مطلع النجمة ه التي مرت بمستوى الزوال والبندول بين $20^\circ 23' 27''$ د س

$20^\circ 23' 27''$ د س $19^\circ 44' 52''$ د س

فحينئذ مطلع ه $= 20^\circ 23' 27'' + 17^\circ 79' = 37^\circ 42' 26''$
 $= 30^\circ 56' 17''$

(١) فاذا فرض في (شكل ٢٢) $ص$ محور العالم $م$ دائرة المعدل

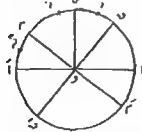
الباب الثاني

في الكواكب وما يتعلق بها

الفصل الأول

أقسام الكواكب — الكواكب الثابتة — صورها السماوية
— الكرات السماوية الصناعية — كيفية انشاء الكرات السماوية الصناعية
— السحايات — المجرة

أقسام الكواكب — تنقسم الكواكب الى قسمين ثابت ومياريات
فالثابت — هي التي لا تتغير مواضع بعضها بالنسبة الي البعض
الآخر بحيث أن الزاوية الواقعة بين الضلعين الممتدين من نظر الراصد
الى كوكبين منها ثابتة لا تتغير ^(١).



(شكل ٢٢)

٦ س و الرأس. فيكون البعد القطبي للنجم هـ هو
هـ د = د س هـ س وميلها هو م = ٩٠°
— هـ د وهذا اذا كانت النجمة هـ في شمال السميت.
فاذا كانت في جنوبه مثل هـ يحصل د = د س
+ د س ٦ م = ٩٠° - د س. وفي هاتين
الحالتين توجد النجمة في نصف الكرة الشمالي. فاذا كانت في الجنوبي أى في هـ
مثلا يحصل هـ د = د س + د س ٦ م = ٩٠° - د س

(١) يري للنجوم الثابتة حركات ظاهريّة حركتها التي لا تتجاوز قوسا
في السماء قدره ثانية بسبب حركة الأرض السنوية ومثل الحركة النجمية التي
لا تتجاوز ٨ بسبب حركة المجموعة الشمسية التي قالوا ان قدرها في الثانية

والسيارات هي التي تتحرك على الكرة السماوية بحيث تتغير مواضعها بالنسبة الى النجوم فيرى الانسان الكوكب السيارة تارة قريبا من كوكب ثابت وتارة بعيدا عنه

(الكواكب الثابتة)

* ترتيبها - قسم الأقدمون النجوم الثابتة باعتبار تفاوت اضاءتها الى أقسام سموها أقدارا . بمعنى أن أعظمها نوراً يعد من القدر الأول والذي يليه يعد من الثاني وهكذا . وآخر ما يمكن رؤيته بالنظر المجرد ينحصر ما بين القدر الأول والسادس وعدده ٤١٠٠ نجمة واما باستعمال النظارات فيصل الى ٢٠٠٠٠٠٠٠ تقريباً من القدر الاول لغاية الخامس عشر

ثم ان نجوم كل رتبة تتفاوت أضواؤها^(١)

ويوجد عدد من النجوم يزيد ضوؤه وينقص من وقت لآخر

٨ كيلو متر . وانها على طول الزمن ستغير منظر السماء وأشكال الصور السماوية

(١) ولذلك قد ذكرت نجوم القدر الأول وهي عشرون في اشهر الخريط

على هذا الترتيب هكذا بحسب اضاءتها

١	الشمري الجانية	٨	الشمري الشامية	١٥	الطائر
٢	سهيل الجين	٩	كتف الجبار	١٦	المنك الاعزل (نير المنبلة)
٣	١ من شنطورس	١٠	آخر الشهر	١٧	فم الحوت
٤	المنك الرامح	١١	الدبران	١٨	ب من الدجاجة
٥	رجل الجبار	١٢	ب من شنطورس	١٩	رأس التوأم المؤخر
٦	الميوق	١٣	١ من الدجاجة	٢٠	قلب الأسد
٧	الواقع	١٤	قلب العقرب		

بحيث أن النجمة تمر على جملة أقدار مختلفة وتسمى (النجوم المتغيرة) ^(١)
وهناك نجوم وقتية تظهر زمنا ما ثم يقل ضوءها الى أن تختفي ^(٢)

الصور السماوية — اتفق قدماء الفلكيين حين أرادوا دراسة
النجوم لمساعدة الذاكرة على تقسيمها الى مجموعات متميزة . سموها
الصور السماوية وأطلقوا عليها أسماء كائنات حية وغير حية لتشابه
مسمياتها بأشكال هذه الصور في تصورهم اذ ذاك . واستعملوا الحروف
الأيجدية لبيان نجوم كل صورة ورمزوا بالحروف $\alpha \beta \gamma \delta \epsilon \zeta \eta \theta \iota \kappa \lambda \mu \nu \xi \omicron \pi \rho \sigma \tau \upsilon \phi \chi \psi \omega$
للنجوم الأربعة الأصلية من كل صورة

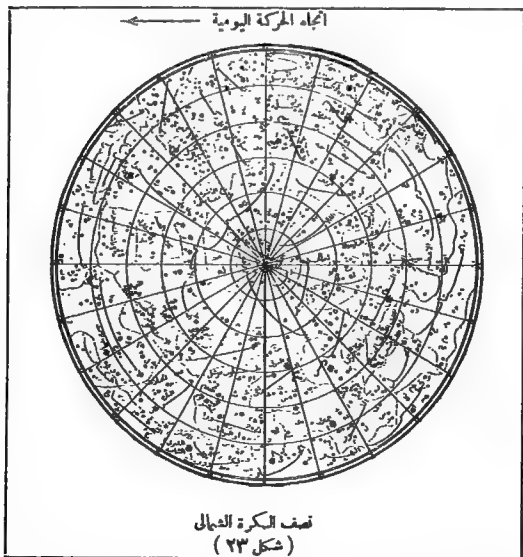
وتنقسم الصور الى ثلاثة أقسام شمالية وعددها ٢١ صورة ٦ منطقية
وعدها ١٢ صورة ٦ جنوبية وعددها ١٥ صورة . فالمنطقية هي صور
منطقة البروج السابق ذكرها

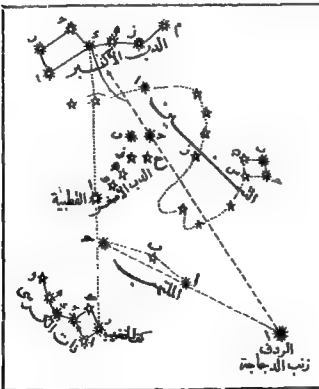
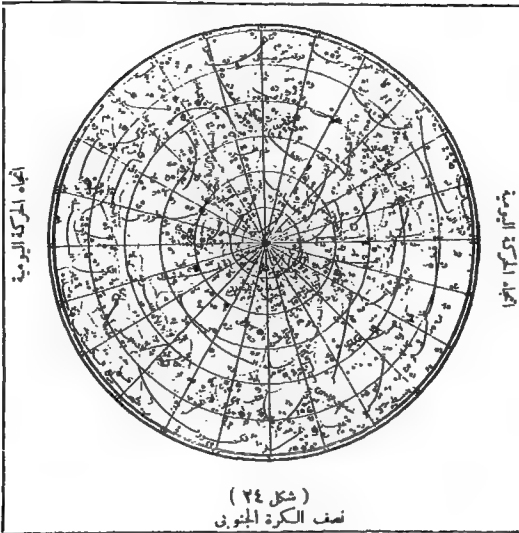
(١) فالنجمه و من القيطس تتغير من لمان القدر الثاني الى الحادى عشر
فى مدة ١١ شهر ٦ الغول من برشاوش تتغير من الثانى الى الرابع فى مدة
 $\frac{2}{3} \frac{1}{4} \frac{1}{8}$. وبعض النجوم يكون بين زيادته ونقصه جملة سنين . وقد عللوا
هذا التغير بوجود كمات على سطحها لا بنسبة واحدة

(٢) وذلك كالنجمه التى ظهرت فى ذات الكرنى سنة ١٥٧٢ وكانت أزهى
نجوم السماء ثم تناقص ضوءها تدريجيا الى أن اختفت بعد مضى ١٧ شهرا من
ظهورها هذا وقد اختفى نجوم كثيرة كانت معدودة قديما فى الصور السماوية
والأشياء المفروضة الآن لتعليل هذا الظهور وهذا الاختفاء وذلك التغير
لا زالت مشكوكا فيها

والشمالية هي — الدب الأكبر ^(١)

(١) أحسن الطرق لمعرفة الصور السماوية (إذا لم يتيسر درسها مع معلم من أهل الفن) مقارنة خريطة فلكية بما يرى من نجوم السماء بواسطة طريقة التخطيط . ولأجل ذلك يستعان بمسطرة طولها ثلاثة أمتار فيتصور مرور خطوط من نجم معروف ومشهور الى سائر الصور وبعد تصوره في الخريطة توضع المسطرة جهة السماء على نجمين معروفين على هذا المستقيم ليتوصل الى الثالث وهكذا ويلاحظ أن مقابلة الخطوط للنجوم تقريبية لوجود الخطأ اللازم لاسقاط الكرة على مستوى الخريطة العامة (شكل ٢٣ و ٢٤) واعتاد الفلكيون أن يجعلوا مبدأ التخطيط صورة الدب الأكبر لأنها أشهر الصور وأعرفها . فاذا اتجه الإنسان بنظره نحو الشمال يرى هذه الصورة





وتسمى بنات نمش
الكبرى (شكل ٢٥)
وتحتوى على سبع نجوم
من القدر الثاني ماعدا
النجمة ٤ فانها من الثالث
والأربعة الأصلية
تكون شبه منحرف
والثلاثة الباقية هـ ز م
تكون ذئب البحر لا كبر

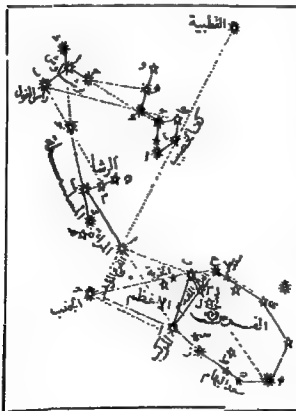
(شكل ٢٥)

الدب الأصفر ^(١) التنين ^(٢) - ذات الكرسي ^(٣) - الملتهب ^(٤) -
الدجاجة ^(٥) - الفرس الأعظم ^(٦)

(١) في الدب الأكبر (شكل ٢٥) إذا مد الخط ب من جهة أ يبعده خمس مرات فانه يمر بالنجمة القطبية أ وهي من القدر الثاني وتبعد عن القطب بنحو ٥٠ ر° وتسمى (الجدي) وعند العوام (تد النجم) وبواسطتها يسهل معرفة الجهات الأصلية ليلاً. حيث يكون الشمال أمام الناظر والجنوب خلفه والشرق يمينه والغرب يساره. وهي ثالث نجمة من ذنب الدب الأصفر المشابهة صورته للدب الأكبر. إلا أنها أصغر منها وموضوعة بعكسها

(٢) النجمة أ الموجودة على منتصف المستقيم الواصل بين الفرقد ح من الدب الأصفر ٦ ز من ذنب الدب الأكبر هي من صورة التنين التي رأسها مكوة من ح ب د هـ

(٣) إذا مد المستقيم الواصل بين د من الدب الأكبر والنجمة القطبية من جهتها بنحو ٢ ما بينهما يصل إلى صورة ذات الكرسي المكوة من سبع نجوم أيضاً أ ب ح د هـ من القدر الثالث ٦ و ٧ من الرابع وهذه الصورة



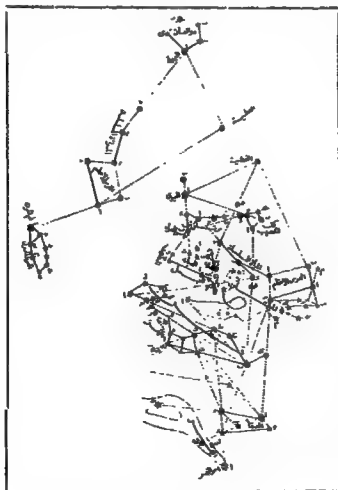
تكون دائماً في مقابلة الدب الأكبر بالنسبة إلى النجمة القطبية (٤) النجمة ح من الملتهب توجد تقريباً في منتصف المستقيم المار بالنجمة أ ب من ذات الكرسي ٦ د من الدب الأصفر (٥) امتداد المستقيم المار بنجمتي ح ٦ أ من الملتهب بقدر ما بينهما يمر بذنب الدجاجة أ المسمى بالرفد

(٦) في (شكل ٢٦) إذا مد المستقيم الذي عين ذات الكرسي بمقداره من جهتها يقابل صورة

المرأة المسلسلة — القوس الاصغر — برشاوش^(١) ماسك العنان^(٢) —

القوس الأعظم الذى هو عبارة عن ثلاثة نجوم على شكل زاوية وبأضافة النجمة ١ من المرأة المسلسلة اليه يتكون ما يسمى بمربع القوس الأعظم . وعلى امتداد الخط الواصل بين ١ من القوس الأعظم ٦ من المرأة المسلسلة توجد من المسلسلة وتسمى بالرشاحدى منازل القمر

(١) فإذا مد الخط ب ح من المرأة يمر بالنجم ١ من برشاوش وبالتأمل للشكل يرى أن مجموع مربع القوس الأعظم والخط ب ح من المرأة المسلسلة والنجمة ١ من برشاوش يكون شكلا يشبه الدب الأكبر إلا أنه أعظم منه (٢) فى (شكل ٢٧ و ٢٨) إذا مد مستقيم من القطبية عموديا على الخط الواصل بينها وبين ١ من الدب الأكبر جهة برشاوش يمر بنجمة ١ من القدر الأول تسمى العيوق وهي نيرذى العنان وهذه الصورة تشبه تخمسا غير منتظم



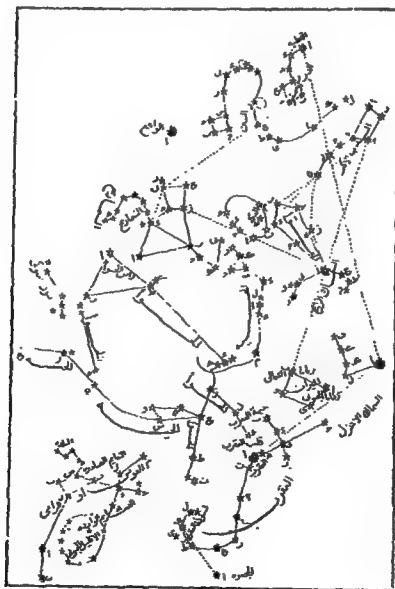
(شكل ٢٧ و ٢٨)

الأكليل الشمالى ^(١) — العواء ^(٢) — الحية ^(٣)

(١) بقدر المسافة التي بين ϵ من الدب الأكبر ونهاية ذنبه مرة ونصف جهة الذنب (شكل ٢٩) نجد أنير الأكليل الشمالى من القدر الثانى ويسمى الفكك

(٢) اذا مد المنحنى المار بنجوم ذنب الدب الأكبر الثلاثة على استقامته نحو النصف الجنوبي قابل أنير العواء من القدر الأول يسمى الممالك الرامح وصورة العواء تكون خمسا غير منتظم

(٣) اذا مد مستقيم بين نجمة β من العقرب و α نير الفكك يتقابل مع أنير الحية

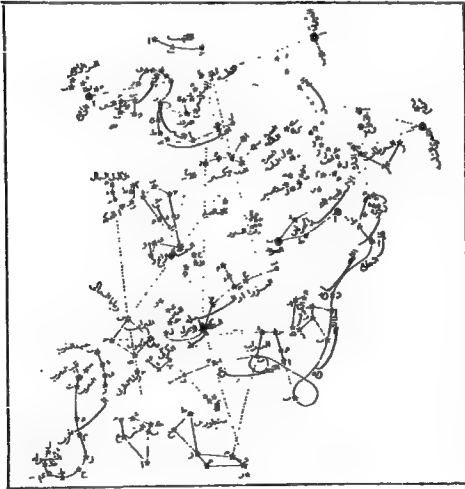


(شكل ٢٩)

الجائى على ركبته ^(١) — السهم — النسر الواقع ^(٢) — الدلمين

(١) بمقدار المسافة التى بين السماك الرامح ونير النكة من جهة نكد نجمة ز ويحوارها ه من القدر الثالث هما من الجائى على ركبته وهذه الصورة تكون نجومها شبي منصرفين (شكل ٢٩)

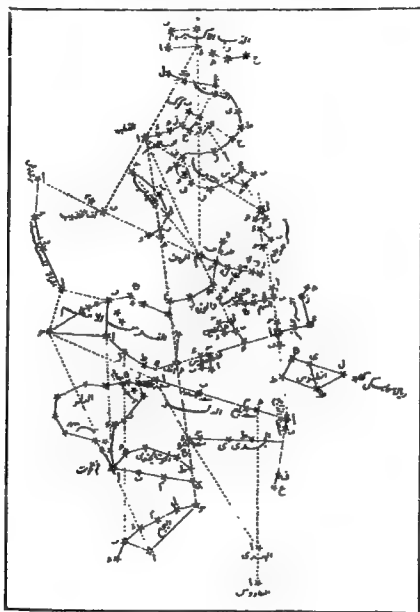
(٢) فى (شكل ٣٠) اذا مد المستقيم المار بالفرقد ح من الدب الأصفر الى ح من الثنين فى جهة يمر بنجمة ا نير النسر الواقع من القدر الأول



(شكل ٣٠)

الحوا — النسر الطائر^(١) — المثلث الشمالى

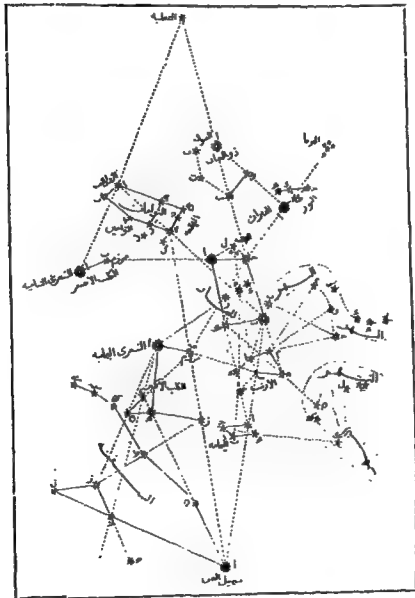
(١) فى (شكل ٣١) بقدر نصف المسافة التى بين ب من رأس التنين والواقع جهة الجنوب نجد ا من القدر الأول يسمى (الطائر) نير صورة النسر الطائر



(شكل ٣١)

والجنوبية هي - القيطس - الجبار^(١) - نهر الأردن - الأرنب

(١) في (شكل ٣٢) اذا مد المستقيم المار بالقطبية وبالمعوق يمر بالنجمة ب المقاطرة له وبعد مقدار بعدها مرة ونصف يقابل ح من صورة الجبار وهي تتبين بشكل كبير ذي أربعة أضلاع ا ح ب ك داخله ثلاثة نجوم و ٦ هـ ٦ ز من القدر الثاني تسمى منطقة الجبار وعند العوام بالمعصى



(شكل ٣٢)

الكب الأصغر ^(١) — الكب الأكبر ^(٢) — السفينة — الشجاع —
الكأس — القراب — المحراب — سنطورس — الذئب — الاكليل
الجنوبي — الحوت الجنوبي

الكرات السماوية الصناعية — كيفية انشاء الكرات السماوية

الصناعية

الكرات السماوية الصناعية — هي كرات صناعية ترسم عليها
النجوم بنسبة ميلها ومطلعها المستقيم فيتمتعين مواضع النجوم عليها
ويمكن احصاؤها بطريقة أضبط من غيرها

كيفية انشاء الكرات السماوية الصناعية — لذلك تؤخذ كرة من
الخشب أو المعدن . ويفرض عليها نقطتان متقابلتان يمثلان القطبين
السماويين . ويرسم دائرة مارة بهاتين دائرة نصف النهار (دائرة
ساعية أو جانية) ثم دائرة أخرى على بعد ٩٠° من القطبين عمودية
على الأولى تمثل دائرة المعدل . ثم يعلم على سطح هذه الكرة جملة
نقط تعين كل واحدة منها بالمطلع المستقيم والميل للنجمة

(١) على امتداد المستقيم المار بالقطبية وامن الجوزاء يقابل النجمة ا

من الكب الاصغر وهي نير وتسمى الشرى الشامية

(٢) على امتداد المستقيم المار بنجمتي ز و هـ من منطقة الجبار نحو

الجنوب يمر بنجمة بيضاء لامعة من القدر الاول تسمى الشرى الجانية وهي
نير صورة الكب وأزهي نجوم السماء

المطابقة لها^(١)



(شكل ٣٣)

(١) فنلا الكرة الصناعية
ك (شكل ٣٣) تتركب من
الخشب أو المعدن . ومحمولة على
محور م م يمر مركزها بحيث
تدور حوله فيمثل محور العالم
وطرفاه م م مرتبطان في دائرة
من النحاس ل ل مقسمة حافتها
الى أقسام متساوية قدر كل منها
درجة (بالابتداء من م) من 0° الى
 180° في الجهتين . ونقتطعا تقابل
المحور بسطح الكرة ب ب و

تمر بهما الدائرة الساعية المارة بنقطة مبدأ المطالع المستقيمة ا وهي مقسمة أيضاً
من ب من 0° الى 180° في الجهتين .

و د ا دائرة المعدل وهي مقسمة من ا من 0° الى 360° . ودائرة
النحاس ل ل مع الكرة المرتبطة بهما محمولة على الدائرة الافقية ب ب ح المحمولة
على الأربع أقواس المثبة في الرجل د . . وكيفية تعيين وضع النجوم عليها
أن يؤخذ على دائرة المعدل بالابتداء من مبدأ المطالع قوس ا هـ بقدر
صعود النجمة ونحرك الكرة ك حول محورها الى أن تأتي هـ تحت دائرة
النحاس ل ل . ثم يمد على دائرة النحاس نفسها من ب القوس ب د بقدر
البعد القطبي للنجمة . فيكون موضع النجمة هو النقطة التي بازاء د من
الكرة ك

ملاحظة — اذا كان مقدار الميل المعين ايجابيا يؤخذ مقدار الميل أعلى
دائرة المعدل واذا كان سلبيا يؤخذ أسفل دائرة المعدل
وبهذه الطريقة المضبوطة أمكن للفلكيين أن يعينوا مواضع جميع النجوم

السحابيات — المجرة

السحابيات — هي قطع مستتيرة في السماء على هيئة سحب أو ضباب . فثما ما يسمى (عنقوداً أو قنوا أو مجموعة كوكبية) وهو المركب من نجوم متفاوتة جداً تتميز عن بعضها بالنظر المجرد الحاد أو النظارات القوية كالأثر الماركة من ٨٠ نجمة يرى منها بالعين العارية ٦ نجما وقد بلغت نجوم بعض القنوان ٥٠٠٠ نجمة

ومنها ما يسمى (سديما) وهو المركب من غازات حارة الى درجة الانارة بحيث لا يمكن حله الى نجوم مفردة كسديم الأسد والمرأة المسلسلة .

ومن السدام ما يسمى (بالسيار) — وهو الذي يرى كقرص جميع سطحه مستضىء بالتساوى وقد يشاهد في مركزه نجمة تسمى (النجمة السدامية) وقد ترى القنوان على هيئة سدام لعظم بعدها أو لضعف النظر

المجرة — هي سحابة جسيمة على هيئة منطقة غير منتظمة المرض تقسم السماء الى نصفين متساويين تقريبا من الشمال الشرق مارة بيرشاوش وذات الكرسي الى الجنوب الغربى . ولكثرة نجوم المجرة سميت (منطقة النجوم) وعند العوام (طريق الثبانه) وقد ذكر بعضهم

على الكرة السماوية . وأن يثبتوا أحصائيات للنجوم مرتبة على حسب كبر مطالعها المستقيمة . وأمام كل نجمة ميلها ومطلعها . واستعملوا هذه الاحصائيات لوضع النجوم بأوضاعها النسبية على الكرات السماوية الصناعية

أن نجومها ١٨ مليون نجمة بعضها شمس كشمسنا وبعضها ضعيف الاستنارة وبانضمام الكل ينشأ هذا الضوء اللبني المرئي في الليالي الصافية الجو الخالية من القمر. هذا. ويشاهدان المجموعة الشمسية تكون جزءاً من المجرة

الفصل الثاني

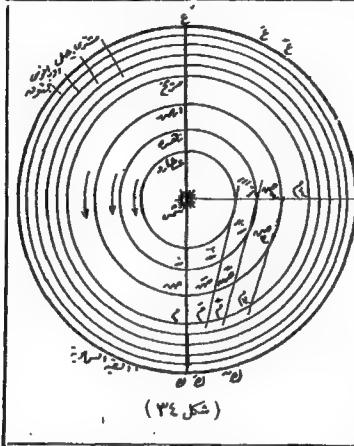
في الكواكب السيارة

المجموعة الشمسية — السيارات العليا والسفلى

المجموعة الشمسية — كان المعروف قديماً أن المجموعة الشمسية سبع سيارات. وهي الشمس والقمر وعطارد والزهرة والمريخ والمشتري وزحل. وأن الأرض ثابتة في مركز العالم. وأن أفلاك هذه السيارات دائرية حولها على هذا الترتيب. فلك القمر ثم عطارد ثم الزهرة ثم الشمس ثم المريخ ثم المشتري ثم زحل وقد ثبت حديثاً أن الشمس هي بورة المجموعة الفلكية. وليس لها مدار الا في الظاهر. وأن السيارات ترسم مداراتها حول الشمس على الترتيب الآتي. عطارد (١)

(١) في (شكل ٣٤) ترى عطارد أقرب السيارات إلى الشمس وهو يتم دورته في فلكه حولها في ٨٨ يوماً وسطياً تقريباً ومتوسط بعده عنها = ٧٥ مليون كيلو متراً (أعني ٣٨٧ ر. من بعد الأرض عنها). وكثيراً ما يمر أمام قرص الشمس في الاجتماع السفلى. فينسقط عليه على شكل بقعة صغيرة مستديرة. ولذا انتخبت هذه اللحظة لقياس قطره الظاهري وقتاً كد من شكله. واستخرجت من هذه القياسة أبعاده الحقيقية وحجمه = ٠.٥٢ من حجم الأرض

الزهرة ^(١) - الأرض - المريخ ^(٢) - المشتري ^(٣) - زحل ^(٤) وأن القمر وحده هو الذى يدور حول الأرض . وأن الأرض كوكب سيار وينسب اليها كل من الحركتين اليومية والسنوية . لا الى الشمس ولا الى النجوم ولا الى الكرة



(١) الزهرة تبعد عن الشمس بنحو ١٠٧ مليون كيلو متر وحجمها = ٠.٩٧٥ من حجم الأرض وتقر الزهرة على قرص الشمس فى بعض مرات اجتماعها السفلى
(٢) الأرض هى السيار الذى يلى الزهرة بالنسبة للشمس وسياى الكلام عليها . والذى

يلى الأرض هو المريخ ومتوسط بعده عن الشمس ٢٢٥ مليون كيلو متر تقريبا وهو = بعد الأرض عنها مرة ونصف مرة . وحجمه = ٠.١٤٧ من حجمها . ومدة دورته السنوية = ٦٦٩ يوما نجميا

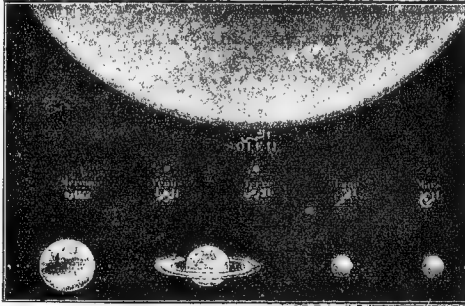
(٣) هو أكبر السيارات حجما وهو = حجم الأرض ١٣٠٠ مرة وبعدة المتوسط عن الشمس = ٧٧٠ مليون كيلو متر ومدة دورته السنوية تساوى ١٢ سنة أرضية

(٤) اختص زحل من بين السيارات 'بالحلقات ذات المركز الواحد المنفصلة عن كرتة وتدور حوله فى مستوى خط استوائه . وبعدة المتوسط عن الشمس = بعد الأرض تسع مرات ونصف مرة . وحجمه = حجمها ٧١٨ مرة . ومدة دورته حول الشمس $29\frac{1}{2}$ سنة تقريبا

السموية التي يظهر أن النجوم مرصعة عليها كما كان زعم المتقدمين على الخلف بينهم . وكل هذه السيارات تم دورتها حول الشمس في أزمان لا متساوية ولا متغيرة . وبالجملة فإن المجموعة الشمسية ثبت أن عدد كواكبها ٢٠٩ ويمكن ترتيبها على الوجه الآتي

- (١) الشمس وهي الجسم المركزي المضيء بنفسه لينوع للحرارة
(٩) تسع سيارات أصلية السبعة المتقدمة ثم أورانوس ^(١) المكتشف سنة ١٧٨١
ثم بلتون ^(٢) المكتشف سنة ١٨٤٦

(١) كان أحد الفلكيين يبحث بالنظارة صورة الجوزاء بين الساعة ١٠ ١١٦ ليلا فاكشف هذا السيار وهو في ضوء نجمة من القدر السادس ويرى بالعين المجردة ومدة دورته حول الشمس ٨٤ سنة تقريبا وبعده المتوسط عنها ٧٠٨ مليون أفرسخ وحجمه = حجم الأرض ٦٩ مرة و (شكل ٣٥) يوضح نسبة أحجام السيارات إلى الشمس مع اعتبار أن هذا الشكل يبين جزءاً من قرص الشمس (٢) هذا السيار لا يمكن رؤيته إلا بالنظارات فتظهره



المشتري

زحل
(شكل ٣٥)

أورانوس

بلتون

(١٩٠) مائة وتسعون سيارا . مختلفة الابعاد عن الشمس ومكونة لخلقة بين المريخ والمشتري . اكتشفت في القرن التاسع عشر . وتسمى سيارات تسكوبيه وثبت أن لكل من المشتري وأورانوس أربعة أقمار وللمريخ قرين وقران لنبتون (٩) تسع سيارات من ذوات الذنب النورية ^(١) وهذه الكواكب السيارة

٢٠٩

كنجمة من القدر الثامن وبمده المتوسط عن الشمس = مليون فرسخ قريبا ومدة دورته حول الشمس ١٢٥ سنة

(١) ذات الذنب تظهر كنجمة يحاط قلبها المستضيء بسحابة مستنيرة كثيرا او قليلا . وسماها قدماء الفلكيين بالشعور . وكثيرا ما يتصل بذلك ذنب مستضيء يختلف طوله من نجمة الى أخرى أو في النجمة الواحدة في أوقات مختلفة . وقد شوهدت نجوم ذات ذنين فأكثر . وقد تكون خالية من الذنب أو عن القلب اللامع . وحركتها قد تكون من الغرب الى الشرق وبالعكس

وذوات الاذئاب لا ترى الا في جزء صغير جدا من مدارها حينما تصير في أقرب بعد لها عن الشمس وعن الارض . وذلك لأن مداراتها حول الشمس اما قطاعات ناقصة طويلة جدا أو منحنيات غير محدودة . ولذلك يقال ان من ذوات الاذئاب ما لا يرجع ثانيا . ومنها ما شوهد رجوعه وأمكن معرفة مدة مداره . وتسمى هذه السيارات الدورية والمعروف منها الى زمن غير بعيد ٩٠ وأما جملة ذوات الاذئاب فتعد بمئات الألوف . على أن المجموعة الشمسية برمتها لم تشغل إلا جزءا يسيرا من الكون المملوء بمجموعات تتوق العتق عددا وحجما

تنبيه — الشهب — الكرات النارية — الحجارة الجوية — النور البورجي قال بعض الفلكيين أن السحاييات أو (السداء عند الغرب) مؤلفة من مادة لم يتم تكاثرها حتى يتكون منها جسم صاوي حقيقي . بل جواهرها

كلها تنتقل حول الشمس بمركبة طردية (معتدلة) أى من الغرب الى الشرق
السيارات العليا والسفلى — السيارات العليا هي التي بعدها عن الشمس
أكثر من بعد الأرض عنها وهي المريخ والمشتري وزحل وأورانوس ونبتون .
والسفلى هي التي بعدها عن الشمس أقل من بعد الأرض عنها وهي عطارد والزهرة

لطفة متفرقة ولها حركة في الكون وفي حينها تدخل في حدود جاذبية الشمس
فتفقد هيئتها الكرية وتستطيل لتأثير الجذب على مقدمها أكثر من مؤخرها
فيتكاثف المقدم أكثر ويستتير كلما قرب من الشمس فيصير نواة والمؤخر
ذنبا فتكون نجمة ذات ذنب . والنواة ربما أتمت دورتها حول الشمس قبل الذنب
فيتطاول أكثر الى أن يصير حلقة تامة تدور حول الشمس . وقد تقترب
في حركتها من الأرض فتجذب الأرض منها قطعاً صغيرة تحدث ظواهر الشهب
والكرات النارية والحجارة الجوية . لأنها حينئذ تظهر على هيئة أجسام
صغيرة مضيئة فإذا اختفت بسرعة سميت (شهباً) وإذا أبطأت في الحركة
وتمزقت بالتقرب من الأرض غالباً وأحدثت فرقعة . وأتتجت أحيانا اهتزازات
قوية سميت (الكرات النارية) فإذا سقط بعض أجزائها على الأرض سميت
هذه الأجزاء (حجارة جوية) وقد عرف أنه يدخل في تركيبها الحديد والسليس
والنيكل وغيرها . ولون الشهب والكرات النارية يتغير وقد وجد في حادثة
شهابية ثلثا الشهاب أبيض والثلث الآخرين أصفر وأصفر محمر وأخضر وقد
عين ارتفاع عدد عظيم من الشهب فاختلف من ٨ كيلومترات الى ١٠٠٦٦٠
٢٠٠٦ ولا تظهر الشهب بعدد واحد في جميع الأقاليم بل تزداد في ١١ أغسطس ٦
١٣ نوفمبر وأقل منها في ٢٠ أبريل ٢٧ نوفمبر ١٨٦٠ ٢٠ أكتوبر ٦٩٦٦
١٣ ديسمبر

الفصل الثالث

الحركة الدورانية للسيارات — المدار الظاهري لها — الدورة الاقترانية
الاجتماع العلوى والسفلى — الدورة النجمية

الحركة الدورانية للسيارات — هي دوراتها حول نفسها من الغرب الى الشرق كما ثبت بمشاهدة كلفها في عطارد والزهرة والريخ والمشتري وزحل وأورانوس . وأما باقى السيارات فقد تمذر اكتشاف هذه الحركة لها لصغر حجمها المراد الظاهري للسيارات — الحركة الطردية — الوقوف والتقهقر — اذا علم ميل الكوكب ومطلعه المستقيم كل يوم وقت مروره بمستوى الزوال ووضع ذلك على كرة صناعية سماوية . ثم وصلت هذه النقط كان ذلك خطأ يمثل مدار السيار . وهو منحني مركب من تمازج يتناز بها عن الدائرة الكسوفية . (وهذه حقيقة المدار) ولكن للسيار فيه ظواهر عجيبة . فانك بعد أن تراه يتحرك مدة ما في جهة حركة الشمس الظاهرية أعنى في الجهة الطردية . ترى حركته تأخذ في البطء شيئاً فشيئاً ثم يقف

وبعد ذلك تزايد حركته في جهة عكسية أى نصير حركة قهقرية ونستمر الى أن يقف بالثاني . ثم يتبدى ثانياً في حركته الطردية . وبذلك يكون قد رسم على القبة السماوية أحد التمازج المشار اليها ^(١)

(١) وليبينه تفرض في (شكل ٣٤) أن نذكر المدار الذي ترسمه الزهرة حول الشمس في ٢٢٥ يوماً تقريباً . ففي الاجتماع السفلى تكون في رين الشمس والارض على خط مستقيم مار بهما تقريباً لقطع النظر عن ميل هذا المدار على الدائرة الكسوفية
وبعد هذا الاجتماع ترى أن الارض والزهرة يتحركان في مدارهما طردياً

الدورة الوترانية — هي دووة السيار في كامل هذا المدار الظاهري فتشمل الحركة الطردية والوقوف والتقهر . وبعبارة أخرى هي الحركة في المدة التي تمضي بين رجوعين متوالين لوضع واحد تكون فيه الشمس والارض والسيار على استقامة واحدة كرجوع السيار السفلى الى أحد الاجتماعين وكرجوع السيار العلوى الى اجتماع أو استقبال . وهذه الحركة للسيارات السفلية تخالفها للسيارات العلوية

فالسيار السفلى في هذه الحركة يتحد طوله مع طول الشمس مرتين يقال له فيها انه في الاجتماع العلوى أو السفلى كما تقدم ويصير غير منظور لاختفائه في الاشعة الشمسية وليس له استقبال فلنهاية العظمى لتباعد عطارد عن الشمس شرقا أو غربا 23° وللزهرة 48° . وأما السيار العلوى فله اجتماع واحد بمعنى أنه يتحد طوله مع الشمس في مدة دورته مرة واحدة . وله استقبال يكون بعده فيها 180° (١)

في جهة واحدة الا أن الارض تتحرك بسرعة زاوية أقل من سرعة الزهرة فيظهر لمراقب على سطح الارض أن الزهرة تتباعد عن الشمس الى أن يصير موقعها على السماء بعد أن كان ع ثم تتناقص مرعتها وتميل شيئا فشيئا الى نـ التي يصير فيها الشعاع البصري من نـ مماسا للمدار ومنسقطا على السماء في ع ويظهر انعدام مرعتها حينئذ وهذا هو الوقوف

ثم تبتدى في القوس الذي تظهر انها تقرب فيه من الشمس شيئا فشيئا وترجع من ع الى ع وهذا هو التقهر الى أن تتوسط الشمس بينها وبين الارض على خط مستقيم ثانيا وهذا هو الاجتماع العلوى . وهكذا كلما قطعت الزهرة قوسا من السماء يرى انها وقفت ثم رجعت فيه بالثاني وان كانت حركتها طردية في مدارها أى من الغرب الى الشرق دائما . وهكذا عطارد

(١) والنمل للسيارات العليا بالمرجح . فاذا فرض ان الارض (في شكل ٣٤) ض بين الشمس والمرجح م على المستقيم الواصل بينهما والمرجح منظور من الارض

المستقيم المار من مركز الشمس والسيار الى القبة السماوية (من نقطة معينة بنجمة مثلا الى هذه النقطة وبذلك يكون قد أتم مداره حول الشمس

فإذا كان السيار سفليا أتم دورته النجمية في مداره حول الشمس في حين أن الأرض لم تقطع من مدارها الا زاوية مّا فيحتاج السيار الى زمن آخر يقطع به هذه الزاوية ليحصل الاجتماع ثانيا وتم الدورة الاقترانية^(١) . والعلوى بالعكس

(١) فتتلافى (شكل ٣٤) اذا كانت الزهرة في ر والأرض في ض وابتدأتا حركتهما معا رجعت الزهرة الى ر في حين أن الأرض لم تقطع الا زاوية مّا تقرب من زاوية ض ض فتحتاج الزهرة الى أن تقطع هذه الزاوية ليحصل الاجتماع

ثانيا وتم دورتها الاقترانية

وهذا الجدول يوضح مدد الدورات النجمية للسيارات الأصلية بأيام وسطية أرضية . ويوضح الابعاد المتوسطة لها عن الشمس بدلالة البعد المتوسط للأرض عنها المأخوذ وحدة

اسماء السيارات	مدد السيارات النجمية مبينة بأيام وسيطة	البعد المتوسط للسيارات عن الشمس مينا بالبعد المتوسط للأرض عن الشمس
عطارد	٨٧ و ٩٦٩	٠ و ٣٨٧
الزهرة	٢٢٤ و ٧٠١	٠ و ٧٢٣
الأرض	٣٦٥ و ٢٥٦	١ و ٠٠٠
المريخ	٦٨٦ و ٩٨٠	١ و ٥٢٤
المشتري	٤٣٣٢ و ٥٨٥	٥ و ٢٠٣
زحل	١٠٧٥٩ و ٢٢٠	٩ و ٥٣٩
اورانوس ^٢	٣٠٦٨٦ و ٨٢١	١٩ و ١٨٣
نبتون	٦٠١٢٦ و ٧٢٠	٣٠ و ٠٥٥

بقى تمة للتنبيه صحيفة ٥٣ أغفلنا ذكرها وهي أن النور البرجي هو هيئة غروب مستضي يرى بعد غروب الشمس عقب الشفق أو صباحا قبل شروقها

الباب الثالث

في الأرض وما يتعلق بها

الفصل الأول

كروية الأرض وانعزالها في الفراغ — خطوط الطول والعرض الجغرافية
كيفية تعيين العروض

كروية الأرض وانعزالها في الفراغ — كان المتقدمون من الفلاسفة
في ارباب من كرية الأرض وانفصالها في الفراغ . ونحوها حول نفسها مدة
الحركة اليومية . وحول الشمس مدة الحركة السنوية حتى اختلفت مزاعم قوم الى
أنها قرص سابج في الماء أو محمول على قرن نور . ولكن الأدلة الكثيرة لعلم
الفلك الجديد لم تبق لتلك الارتياب مجالا . ومما يزيل الشك في كرية الأرض
وانفصالها في الفراغ ما يأتي

ظهور الأفق على شكل دائرة في جميع البقاع والأقطار ^(١) — اتساع هذه
الدائرة كلما ارتفع الراصد عن سطح الأرض — تغيير كل من سمت ٦ منظر
السماء ٦ ارتفاع القطب . بسبب تغير الأفق ^(٢) — ظهور أعلى الاشياء قبل
أصافها عند قدومها أو القدوم اليها ^(٣) — تحذب سطح الماء في البحار

وعلى الخصوص يرى هذا الضوء مساء نحو وقت الاعتدال الربيعي وصباحا
نحو وقت الاعتدال الخريفي ويشترط لظهوره أن يكون لون السماء رائقا وضوء
القمر غير موجود

(١) ارجع الى صحيفة ١٠ و (شكل ٤) (٢) تقدم شرحه في صحيفة ١٢
(شكل ٥) (٣) فلو رصدت سفينة في البحر ترى منها أولا عند اقترابها
منك أعلى أجزائها (الصارى) وكذلك الراكب في السفينة عند اقترابها من

والبحيرات ^(١) — تمكّن للملاحين و (الطيارين) من الطواف حول الارض في اتجاه واحد ^(٢) — شروق وغروب الكواكب المنتشرة في الفضاء المختلفة الأبعاد . على التعاقب فوق أفق بعد أفق كما سبق بيانه في الحركة اليومية

الشاطيء أول ما يرى قمم الجبال وأعلى المنارات والمنازل . وذلك لأن انحناء سطح الماء يحول بين العين وبينها (١) قام أحد المهندسين بتجربة لذلك حاصلها انه ثبت ثلاثة قضبان على استقامة واحدة في بركة هادئة وجعل البعد بين كل قضيب ثلاثة أميال والاجزاء الظاهرة من القضبان متساوية (٤ أمتار تقريبا) فرأى بالمنظار أن القضيب الأوسط أعلى من الآخرين بستة أقدام تقريبا . وهذا يدل على انحناء سطح الأرض (٢) أول من بدأ هذا الطواف (مجلان) الملاح الأسباني حيث ابتدأت سفنه من اسبانيا نحو الغرب سنة ١٥١٩ وانتهت اليها سنة ١٥٢٢ وقد يعترض بما يأتي

أولا — كيف تبقى الأرض معلقة في الهواء بدون حامل

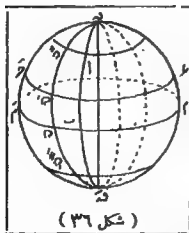
ثانيا — كيف تبقى السكان والأشياء الشاغلة لسطح الارض (من حيوان ونبات وجماد وماء وهواء) ساكنة على جوانبها ومن أسفلها ثالثا — يلزم أن سكان النقطة المناظرة لنا تكون رؤسهم الى أسفل وأقدامهم الى أعلى مع أنه لم يسمع ذلك . ولكن من له داية بعلمي الطبيعة والميكانيكا لا يحتاج الى أدنى تنبيه لحل هذه المشكلات ومجمل القول فيها ما يأتي يجاب عن الأول بما ثبت في علم الطبيعة من جاذبية الجسم الأكبر للأصغر . فكتلة جسم الشمس لكبرها جاذبة . لجسم الأرض . وبأضافة ذلك لما ثبت في علم الميكانيكا من الحركة الطردية للأرض نشأ انتظام الارض في مدارها حول الشمس فلا تسقط عليها اتباعا للجذب ولا تميد في الفضاء اتباعا للسرعة الابتدائية

ويجاب عن الثاني بقانون الجذب الطبيعي أيضا فان مجسم الارض جاذب لما على سطحها بل جميع أجزائها منجذبة نحو مركزها وهذا يتمتع سقوط أجزائها وما على سطحها نحو الفراغ . فكل جسم له ثقل أكثر من ثقل الهواء دائما

فلما الارض — هما نقطتا تقابل محورها بسطحها شلالا ويسى (القطب
لشمالى) وجنوبا ويسى (القطب الجنوبى) . وقد تقدم أن محورها قطعة من محور
العالم^(١)

خطوط العرض الجغرافية — هي دوائر في سطح الأرض متوازية وعمودية على محورها . واحدى هذه الدوائر المتحد مركزها مع مركز الأرض تسمى (خط الاستواء) وهو أعظمها اتساعا . بمعدل منها عن خط الاستواء يسمى (عرضا أو عرض البلد) وتحسب العروض من 0° الى 90° وتسبق بعلامة — اذا كانت جنوب خط الاستواء ^(٢)

يهبط نحو مركز الأرض في اتجاه رأسى المحل اذا ترك ونفسه . وأما ما يرى من ارتفاع بعض الأجسام كالمدخن والبخار ونحوها فلخفتها عن طبقات الجو ويحجب عن الثالث . بأن الأعلى والأسفل أمران اصطلاحيان ينسبان في كل أفق الى اتجاه الخط الرأسى لهذا الأفق فلا أعلى ولا أسفل بالنسبة الى كتلة الكرة الأرضية . ولذلك يمكن أن يعتبر كل واحد منا محله الذى هو فيه قمة الكرة الأرضية وأعلاها . وقد علمت أن رأسى كل مكان يخالف الآخر ويتغير بانتقال الراصد على سطح الأرض بدون شعوره . فالأعلى والأسفل في النظير باعتبار رأسيه وعلى اعتدال قمة الشخص هناك وأن كانا على عكسهما عندنا

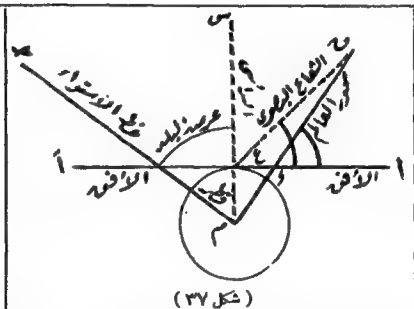


(١) و (شكل ٣٦) U_6 هما قطبا الأرض
ومحورها الخط الواصل بينهما

(٢) الدوائر العمودية على المحور نحو دائرة
ح ح' م م' هي خطوط العرض ٦ م م' هو خط
الاستواء فهو الدائرة العظيمة التي تقسم الأرض
إلى نصفين شمالي وجنوبي وما عداها يصغر كلما

قرب من القطبين وتسمى هذه الدوائر المتوازيات العرضية

نعمين العرض — تمهيد . عرض أى مكان = ارتفاع القطب عن أفقه
ذلك لأن الزاوية المحصور ضلعاها بين عين الراصد وأفقه والقطب =
الزاوية المحصور ضلعاها بين مركز الأرض ومستوى خط الاستواء والرأس لتعامد
ضليهما بفرض أن الراصد فى مركز الأرض . إذ لا تقدير لنصف قطر الأرض
بالنسبة الى بعد القطب . وحينئذ . يكفى لتعيين العرض اتنا نعين ارتفاع القطب
بطرقته المتقدمة⁽¹⁾



(١) في شكل ٣٧ نجد أن الزاوية التي رأسها المركز م وضلعها خط الرأسى م س خط الاستواء ح (وهي التي يكون قوسها هو العرض) والزاوية التي رأسها س وضلعها ا س من الافق ا ب من المحور متساويتان. لتعامد ضلعيهما إذ أن س ب عمودى على م ح و ا ب عمودى على م س. ولا يقال أن ارتفاع القطب لا يقدر بالزاوية التي رأسها س وضلعها ا ب و إنما بالزاوية التي رأسها عين الراصد وهي ع وضلعها ع ب لأننا نقول نعم وإن كان ع ب هو الضلع الحقيقي لأنه الشعاع البصرى للراصد ب و هو العمودى ويظهر لنا الفرق بينهما وهو نصف قطر الارض لكن لما كان البعد شاسعا بين القطب والراصد انطبق كل من ع ب و ب و لم يؤثر نصف القطر فى الارصاد ولا فى التقويم

ويمكن معرفة العرض بواسطة الشمس فان (٩٠° - ارتفاع الشمس عن الأفق) مضاداً إليه ميل الشمس على حسب علامته = العرض

المبدأ (١)

الى درج ودقائق كما تقدم وذلك ما يفعله الملاحون والسواحون

متوازية . وجوها متحد

الى تمام دورة حول الأرض تراه يريح يوما لان $(360 \div 15 = 24 \text{ ساعة})$

الفصل الثاني

تبسيط الأرض عند القطبين — مقادير الكرة الأرضية

تبسيط الأرض عند القطبين — الأرض ليست تامة التكوين بل منتفخة عند خط الاستواء ومبسطة عند القطبين. والانسوت أبعاد أقطارها ونسوى وزن الشئ بميزان واحد في جميع بقاعها وليس كذلك لما ثبت بالتجارب الآتية أولاً — قيس خط الاستواء وخط من خطوط الطول فوجد أن طول الاول 4007630 متراً وطول الثاني 40008032 متراً. ومعلوم أن القطر = المحيط ÷ النسبة التقريبية. وبذلك تبين أن محيط وقطر الأرض عند خط الاستواء أطول منهما عند القطبين وهذا دليل عدم تمام التكوين^(١)

ثانياً — وزن شئ واحد بالميزان ذى النابض عند خط الاستواء وفي الجهات البعيدة عنه بالميزان نفسه فوجد أنه بالقرب من القطبين أثقل منه عند خط الاستواء وماذا لك الا لتسلط جنب مركز الأرض على الموزون عند القطبين أكثر منه عند

فيصير يومه الاثنى بعد ان كان الثلاثاء وبالعكس اذا سار من الشرق الى الغرب ولذا اختاروا الخط المقابل لخط زوال جرينوتش المار معظمه من المحيط الهادى لتغيير التاريخ عنده فالذى يتخطاه الى الغرب يزيد تاريخه يوماً والذى يتخطاه الى الشرق ينقص تاريخه يوماً وسموه الخط الدولى لتغيير التاريخ

(١) طريقة القياس — واضح أنه يصعب قياس محيط الأرض كله أو خط طويل منه لعدم انتظام سطح الأرض بمافيها من الوديان والجبال والانحدارات والبحار والبحيرات وغيرها. ولذلك يكتفى بتقدير قوس قدره درجة أو درجتان أو ثلاث، بالامتار. وبواسطة الحساب ينتج المحيط بأ كله

فأذا كان طول قوس عدد درجاته \varnothing يكون طول المحيط $360 \times \varnothing$ ل ÷ \varnothing وطول القطر $360 \times \varnothing$ ط ÷ \varnothing وقد قيست أقواس مقدار كل منها درجة

خط الاستواء تقصر نصف القطر عند القطبين وهذا دليل التبسيط والانتفاخ أيضاً
واحدة في عروض مختلفة بين (حرينوتش وجزيرة فرمنترا في انكلترا) و فرق
عريضهما $12^{\circ} 27'$ فالأطوال المتوسطة لستة أقواس من الخط الجانبي المحصور
بين هاتين النقطتين طول كل قوس منها درجة واحدة هي

أقواس	عروض متوسطة	طول قوس 1° بالمتر
من حرينوتش الى دنكرك	$15^{\circ} 51'$	١١١٢٨٥ر٣٥
من دنكرك الى بنتيون	$56^{\circ} 49'$	١١١٢٦٥ر٩٨
من بنتيون الى ايفو	$31^{\circ} 47'$	١١١٢٣٠ر١٨
من ايفو الى كركسوه	$42^{\circ} 44'$	١١١٠٥٠ر٩٧
من كركسوه الى منتجوى	$17^{\circ} 42'$	١١١٠١٨ر٠٣
من منتجوى الى فرمنترا	$1^{\circ} 40'$	١١١٠٠٨ر١٣

ويؤخذ من ذلك أن طول الدرجة يزداد كلما ازداد العرض يعني كلما بعدت
الدرجة عن خط الاستواء وقربت من القطبين

وقد يطلق التبسيط على خارج قسمة الفرق بين المحور الاكبر (القطر
الاستوائى) وبين المحور الاصغر (القطر القطبى) على المحور الاكبر . فاذا
كان المحور الاكبر ١ والمحور الاصغر ب يكون التبسط ١ - ب ÷ ١ وقد
بين من الأقيسة انه ١ ÷ ٢٩٩ بمعنى أن القطر الاستوائى يزيد عن القطبى
بقدر جزء واحد من ٢٩٩ جزءاً

وأول من اهتمدى الى إيجاد طول محيط الارض هو (أرسطو) اليونانى
الذى كان يقطن مدينة الاسكندرية . وذلك انه شاهد في ظهر يوم ٢١ يونيه
أن أشعة الشمس صودية على مدينة (سيني) التى كانت واقعة على مدار
السرطان تقريباً وقرية من المكان الذى أسست فيه اسوان الحالية . وشاهد
أيضاً أن الشمس في اليوم المذكور كانت مائلة عن ممت الاسكندرية بمقدار
 $7\frac{1}{4}^{\circ}$. وقدر المسافة بين الاسكندرية وسيني بنحو ٥٢٠ ميلاً وبالكيفية
المتقدمة أمكنه معرفة طول المحيط والقطر . والقياس له طرق كثيرة أسهلها

ثبت أن المستويات الجانبية قطاع ناقصة^(١) أصغر أقطارها قطرها القطبي وأكبرها قطرها الاستوائى . وينحصل على شكل الأرض بتدوير القطع الناقص حول محوره القطبي^(٢)

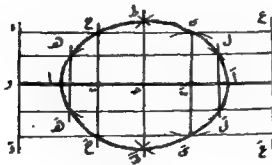
توشيح عجله بعداد وأضبطها طريقة السلسلة المثلثية على ما فيها من الصعوبة (١) قالوا ان سبب تبسيط الأرض وانتفاخها أن حركة الأرض حول محورها نشأ عنها قوة مركزية طاردة تضاد قوة التناقل . ولذلك مالت عناصر الأرض (حين سيولتها قديما) الى بعدها عن محور الدوران فتكون معظمها حول خط الاستواء لشدة الحركة عنده . واستمرار هذه الحركة (مع التبريد المتوالى للطبقة الظاهرة من الأرض حتى جدت) حفظ للجسم الأرض ذلك التشكل الى الآن . وثبت ذلك بتجربة (بلاتو) الذى أتى بنقطة زيت ووضعها فى مخلوط (كثافته ككثافة الزيت) من الماء والكحول فأخذت شكلا كريا



(شكل ٣٨)

ثم أدارها بواسطة صفيحة رقيقة معدنية مارة بمركز نقطة الزيت فشاهد أنها تشكلت بشكل منتفخ عند خط استوائها ومبسط عند قطبيها (طرفى الصفيحة) (شكل ٣٨)
(٢) فيتعلق شكل الجسم الناقصى بالنسبة التى بين طول محوره الاكبر والاصغر أو الكسر الذى يقاس به التبسيط . ويرسم هذا القطع

الناقص طروق . منها . أن يخط مستقيم بقدر المحور الأكبر (١) المحور الاستوائى) (شكل ٣٩)



(شكل ٣٩)

ويؤخذ على منتصفه عمود طـ بقدر المحور الاصغر ثم يلم على الاكبر بنقطة ب . بحيث تبعد عن ا بقدر البعد الحضيضى . ثم نمد المحور الاكبر من جهة ا الى

مقادير الكرة الأرضية — بعد معرفة طول المحيط الجانبي والاستوائى بواسطة الأقيسة التي أجريت . سهل العلم بانصاف الاقطار والسطح والحجم .
 فنصف القطر القطبي = ٦٣٥٦٥٥٠ متراً والاستوائى = ٦٣٧٨٤٠٠ متراً
 والمتوسط ٦٣٧١٠٠٠ متراً المحيط الجانبي ٤٠٠٠٨٠٣٢ متراً والاستوائى ٤٠٠٧٦٦٣٠ متراً
 والسطح الكلى للأرض ٥٠٨٦٠٠٠٠٠ كيلو متر مربع وحجم الارض ٥٠٠ ٠٠٠ ١٠٧٩ كيلو متر مربع

الفصل الثالث

الجو — السفى — الفجر

الجو — الضوء — تشرب الضوء — انخفاض القبة السماوية — الانكسار الفلكى — فالجو هو طبقة تجسسية من الهواء ^(١) تحيط بالارض على سبك ٦٤ كيلومتر وبحيث ان نسبة $a : b = 1$ (الاختلاف المركزى للأرض) ثم ققيم على المستقيم عند العمود z ويسمى الدليل وهكذا في الجهة الاخرى نأخذ b تبعد عن a بقدر البعد الحضيضى وعند المستقيم من جهة a بالنسبة المذكورة وتقيم الدليل c الح فكل من b و c بورد للقطع زكر في كل منهما بفتحات متتالعات أكبر من البعد الحضيضى وأصغر من الأوجى مثل b و c ل b ح b ي b ط b ط و رسم أقواسا فوق وتحت المحور ثم نعين على كل قوس نقطة بحيث تكون نسبة فتحة الفرجال الى بعد هذه النقطة عن الدليل كنسبة b الى a وبحيث لومدنا بين كل نقطتين فوق وتحت المحور مستقيما كان موازيا للدليل نحو المستقيمت h و c ح c ط c ي c ل ومنها . أن يركز بدبوسين مثلا في بورتى القطع ثم يملتق بخيط مرتبط الطرفين على الدبوسين ويوضع القلم فيه ويدار حول الدبوسين تبعا لامتداد المحيط في رسم مستويا جانبيا ناقصا .

(١) يتركب الهواء من غازات ضرورية لوجودنا أهمها الاكسجين (كلمة لايتينية معناها غاز الحياة) والأزوت (لايتينية أيضا معناها ملطف الهواء) بنسبة ٢٠ر٨ من الاول الى ٧٩ر٢ من الثاني

على الأكثر ^(١) وليس الهواء منتشر إلى نهاية الفضاء (لان الأرض جاذبة لجميع جواهره) ولذلك يتبعها في جميع حركاتها

وللهواء قتل وكثافة وقوة انتشار كبقية الغازات إلا أن هذه القوى في الطبقات السفلى أكثر منها في العليا لضغط العليا على السفلى الحاملة لها ^(٢) وهو موصل غير جيد للحرارة ^(٣) وأيضاً فإنه جوهر اضاءة بمعنى أن جزيئات الهواء (الذرات المعلقة فيه) هي التي تعكس الاشعة الضوئية الواقعة عليها مباشرة في جميع الجهات وكذلك الاشعة المنعكسة ببعضها على بعض . وينتج من تلك الانعكاسات المتتالية اضاءة المحال التي لا تقع عليها أشعة الشمس مباشرة ويسمى

(١) هذا مأخوذ من الارصاد التي أجراها الفلكي الشهير (لكاي) برأس عثم الخير بخصوص الشفق ومن حساب الفلكي يوت المؤسس على أرصاد غيلوساك وان اختلفت بين ٥٩٦٤٨ كيلو متر إلا أنه يمكن بدون خطأ كبير أن نعتبره جـلـبـ من نصف قطر الأرض وهو ٦٤ كيلو متر تقريباً . وبعد هذه النهاية لا يوجد شيء من الهواء بل المسافات الفلكية تكون طارية عن وجود أي مادة مهما كانت درجة لطافتها وشفافيتها والا استنارت بوقوع الشمس عليها . ويظهر لنا النور حول الأرض بعد انتهاء الشفق . وظلمة الليل لا تكون تامة كالمادة وان كان الجو لا يتخلو من نور ضعيف ناشيء بمضه من النجوم وبعضه من الضوء المنتشر . وأيضاً لو وجدت مادة بعد الهواء لما شاهدنا أن جميع الكواكب السيارة تقطع مداراتها في المسافات الفلكية بدون أن يعرض لحركتها أدنى مقاومة . وأقول ان هذا لا يدل على القطع بعدم المادة خصوصاً بعد أن علمنا أن الاستنارة لا يد لها من الذرات التي تعكس الانضاء ومتى خلصت المادة منها لا يلزم اضاءتها وحينئذ يقبل قول أفلاطون أنها الاثير وهي مادة أرق وأصفى وأتقى من الهواء

(٢) طبقات الهواء كلما قربت من نهاية الجوفى الأعلى تخلصت وامتدت جواهرها وقلت كثافتها وتقلها فتضعف قوة انتشارها . والا لا تنتشر الهواء في الفضاء جبراً عن قوة جذب الأرض له .

(٣) ثبت أن حرارة الجو تنقص ١ درجة في كل ٢٠٠ متراً من الارتفاع تقريباً لغاية ٧٠٠٠ متر وينظن أن الطبقات الاخيرة لا تنخفض حرارتها عن ٦٠°

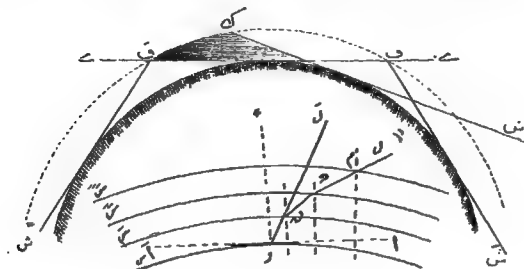
هذا (بالضوء المنتشر) ^(١) . والجو يشرب الضوء ويضعفه بنسبة تشيع طبقاته الكثيفة ببخار الماء. ولشدة التعم في الأفق عن السميت يرى الكوكب في السميت أقرب وأزهى منه في الأفق ومن ثمت نشأت ظاهرة انخفاض القبة السماوية من الأعلى ^(٢) هذا ويحدث تعمم الجو ببخار الماء انكساراً في الاشعة الضوئية المنبعثة من الكواكب فيرى الكوكب فوق الأفق قبل ظهوره حقيقة . ذلك لأن الضوء يمر من طبقات للجو غير متجانسة الكثافة والامتلاء بالبخار بل تزداد فيه من

(١) ففي الواقع اذا كان الهواء شفافاً بالكلية . (أى لم تتعلق فيه ذرات صغيرة) أو لم يكن له وجود فإن حوادث اضاءة النهار تكون مختلفة وينعدم الضوء الا في اتجاه أشعة الشمس نفسها. وجميع الاشياء التي لا يقع عليها ضوء الشمس مباشرة والضوء المنعكس من الاشياء الأرضية تبقى في الظلمة. والسما تظهر مظلمة. ولونها الأزرق الذي هو ليس الا لون الجو لا يكون له وجود وت شاهد النجوم والسيارات بمجرد النظر في وقت الزوال. ولا توجد ظاهرة الشفق. ويصير المرور من الليل الى النهار وبالعكس فجائياً

(٢) علمنا فيما تقدم ان سبب الضوء وجود القرات المعلقة في طبقات الهواء الكثيفة ويلزم أن يكون الضوء في الطبقات السفلى أشد منه في العليا كما يظهر ذلك للمرتقى على جبل المرتفع بطيارة . وهنا نقول أن فيه ظاهرة أخرى تستلزم العكس وهي تمثّل طبقات الجو السفلى القريبة من سطح الارض لبخار الماء الذي خاصيته تشرب الضوء وتعمته فينعكس الحال ويرى الضوء في الأفق أقل منه في السميت حتى قال (بوجيه) أن ضوء الشمس في السميت أشد منه في الأفق بقدر ١٣٥٠ مرة. ولذلك نرى الكواكب والسما في الأفق أبعد منها في السميت لا ذلئير يرى دائماً أقرب من المعتم

وهو وان كانت الطبقة المتحملة لبخار الماء تنوسط بين الارض والكوكب بسمك متحد في الأفق والسميت الا أن اشعة الكوكب في افق الرامدغم منها في مسافة أكثر بسبب تقاطعها معها مائلة لاصمودية كما في السميت فيصير السمك بسبب هذا الميل في الأفق أكثر منه في السميت بقدر ١٥ مرة . ويتبين من ذلك أن منشأ ظاهرة انخفاض القبة السماوية وجود الجو حول الأرض بصفاته المذكورة وان لونها الأزرق انما هو لون الجو نفسه ويقوى هذا رؤيتها

أعلى الى أسفل فيزوغ وينكسر عند تغير وسطه في كل منها ^(١)
 الشفق — هو الضوء المنتشر في الطبقة الهوائية على الأفق بعد غروب
 الشمس. ويمكث هذا الضوء مدة شديدة الاحرار أو مصفراً ^(٢) ثم يصير بياضاً
 بعيدة عنا شديدة الزرقة تارة وأخرى قريبة راتقة تبعاً لصفاء الجو وكدورته
 وكثافة الهواء ورقته وكثرة البخار وقلته وضئف البصر وحدته



(شكل ٤٠ و ٤١)

ارتفاع الشمس من الأفق		ارتفاع الشمس من الأفق
—	—	—
٣٣	٤٧ر٩	٠
٠٩	٥٤ر٩	٥
٠٥	٢٠ر٠	١٠
٠٢	٣٨ر٩	٢٠
٠١	٠٩ر٤	٤٠
٠٠	٣٣ر٧	٦٠
٠٠	١٠ر٣	٨٠
٠٠	٠٠٠٠٠	٩٠

(١) لنفرض في (شكل ٤٠) ان السطوح الفاصلة
 بين طبقات الجو المختلفة هي س س س س س س س س... فالشعاع
 الضوئي الآتي من الاتجاه ل م حين دخوله في الطبقة الاولى
 س س يقرب من العمود ويتبع الاتجاه م م وفي م
 يعثره زوغان جديد ويتبع الاتجاه ن ن في الطبقة س س
 ثم يزوغ في ن ن ويتبع الاتجاه و و بحيث أن الراصد يرى
 الكوكب ل في الاتجاه و و وهذا الجدول يبين مقادير
 الانكسار لجملة ارتفاعات

(٢) سبب هذا الاحرار وجود بخار الماء في الطبقة

الهوائية القريبة من سطح الارض فكلما قربت الشمس من الأفق وازدادت
 مسافة مرور الاشعة الشمسية في تلك الطبقة تشرب البخار كثيراً من أضوائها
 وأحدث ذلك غتمة تكون سبباً في احمرار قرص الشمس عند الغروب والشرق
 وينشأ عنه احمرار الانعكاسات الضوئية المنتشرة على الأفق بعد الغروب وقبل

صافيا بعد ذلك الى أن يختفي . وتسمى الظاهرة الاولى بالشفق الاحمر والثانية بالشفق الابيض^(١)

الفجر^(٢) — هو الشفق الابيض المنتشر في عرض الافق الشرقي قبل شروق الشمس وهو ينتدئ قليل اللعان ثم يزداد وضوحاً ولا يلبث كثيراً حتى تشوبه الحمرة عكس حالة الغروب ويستمر ذلك الاحمرار الى شروق الشمس . فالشفق والفجر متشابهان شكلاً متقاربان لونا^(٣) متقابلان وضعا متعاكسان بدءاً ونهاية وينيب كل منهما حينها تكون زاوية انحطاط الشمس عن الافق $= 18^\circ$ ^(٤)

الشروق (ومما يقوى هذا زيادة تلك الحمرة وطول مكثها وامتدادها الى الافق الشرقي في الايام الكثيرة البخار والسحب) . وكلما زاد انحطاط قرص الشمس عن الأفق تباعدت أشعتها عن الهواء القريب من سطح الأرض وزال هذا الاحمرار تدريجاً بمعنى انه ينحط جهة الأفق الى أن يختفي ويبقى الضوء الصافي وهو الشفق الابيض

(١) لنفرض في (شكل ٤١) أن الشمس في ش تحت الافق في ف ف فهي حينئذ وان غربت عن الراصد وصارت أشعتها الضوئية لا تصل اليه الا انها لم تغرب عن نقطة ك من الجو ولا زال الجزء المحصور بين ك و ف من الجو يقابل الاشعة الشمسية فيرى الراصد هذا النور في الغرب وهو المسمى بالشفق . وفي حين صفاء الجو يشاهد خط اتصاف تدريجى بين الجوف ك الواقع عليه أشعة الشمس والجوف ك الذى غربت الشمس عنه . وكلما زاد انحطاط قرص الشمس تحت الافق يقرب خط الشفق منه الى أن ينتهي وتتوارى نقطة ك وهي النقطة العليا من دائرة الشفق حيث تصير في ف من الافق وعند ذلك ينتدئ الليل (٢) يطلق الشفق على ضوء المغرب والصبح الا انه كثر استعمال الشفق

في ضوء المغرب . والتفجر في ضوء الصبح

(٣) تكون الحمرة أشد في الصبح لتشتع الجو برطوبة الليل وتميل الى الصفرة في المغرب لقلة هذا من تأثير شمس النهار

(٤) ينتدئ الفجر بالنور الابيض وينتهي بالاحمر وينتدئ الشفق بالاحمر وينتهي بالابيض

تنبيهان — الاول — مدة مكث الشفق تختلف تبعاً لمظم وصغر الميل في دوائر الشمس اليومية على مستوى الافق وهذا ينشأ عن أمرين — أولهما بعد موضع الراصد عن خط الاستواء . فكلما قرب من القطبين عظم الميل وطالت مدة الشفق وكلما قرب من خط الاستواء صغر الميل وقصرت مدة الشفق . وذلك لانه اذا عظم الميل كبر قوس دائرة الشمس اليومية المحصور بين الافق والدائرة الشفقية — ثانيهما — بعد الشمس عن دائرة المعدل . ففي الجبال التي عروضا شمالية يعظم للميل وتطول مدة الشفق كلما بعدت الشمس عن دائرة المعدل شمالا وتطول في البلاد التي عروضا جنوبية اذا بعدت الشمس عن دائرة المعدل جنوبا وقد تمكث مدة الشفق طول الليل في العروض النائية عن خط الاستواء ولذلك كان الاختلاف قليلا في خط الاستواء لان دوائر الميل التي ترسمها الشمس يومياً تكون عمودية دائماً على أفقه ولم يبق الا بعدها عن دائرة المعدل . فأقصر مدة الشفق لا تكون الا في خط الاستواء وقدرها ساعة ١٢ دقيقة . وأقصمها في القاهرة للشفق الاحمر (حصة المشاء) ساعة ١٧ دقيقة نحو ٢٠ مارس وأطولها ساعة ٣٣ دقيقة في المنقلب الصيني نحو ٢١ يونيو وأقصمها في طبريس ساعة ٢٧ دقيقة حينما تبيل الشمس جنوب المعدل بقدر ٧° وأطولها في المنقلب الصيني هناك ساعتين ٣٩ دقيقة

التنبيه الثاني — قصارى الكلام في درجة الشفق ان المتقدمين قالوا ينبغي الشفق غربا ويظهر شرقاً حينما تكون الشمس تحت الافق بقدر ١٨° (مقدرة على الدوائر الرأسية) هذا هو المأثور عن قدماء الهيئة (والمراد الشفق الابيض وعليه يكون دخول المشاء عند الامام الاعظم أى حنيقة وأما دخولها عند بقية الائمة فتقدم على هذا ضرورة تقدم غروب الشفق الاحمر على الابيض

وأما المتأخرون فقد اختلفت آراؤهم فقال أبو الحسن المراكشي في كتابه (جامع المبادئ والغايات ومن تابعه) كان سمعون والمزى وغيرهما يعيب الشفق (أى الاحمر) ويدخل وقت المشاء عند الامام الشافعي والامام مالك حينما تنحط الشمس عن الافق الغربي بقدر ١٦°) ويتبدى الفجر حينما تكون الشمس تحت الافق الشرق بقدر ٢٠°)

وقال الامام الفاضل علاء الدين الشهير بابن الشاطر ومن تبعه كالنصير الطوسي والمؤيد الرضوي وابن ربحان البيروني وابن الوفا البيروني وغيرهم من أئمة الرصد والهيئة ان وقت أكثر البعان (وقت الاسفار) يوجد عند ما تكون الشمس في ١٨° ووقت أقل البعان (وقت التمس) يكون عند ما تكون الشمس في ٢٠° ثم قالوا الخ فإنه يختلف بالنسبة لمرسحل محل وصفاء الهواء وكثورته وكثرة البخار وقلته ووجود القمر وغيبوبته ونصف البصر وحده والذي اعتمد عليه محققوا هذا العلم وعليه طامة المؤقتين الآن أن الشفق الاحمر ينبغي في ١٧° ويدخل وقت المشاء ويشرق الشفق الابيض في ١٩° فيبتدى وقت الفجر . ولما كان منشأ هذا الخلاف من المتقدمين اجراء عمليات أرصادهم على الاسطرلابات وغيرها لعدم وجود الآلات الدقيقة الاكتشاف كالات الحديثة الموجودة الآن برصد حلوان فاسب أن نطلب من حضرة مدير الرصد بحث هذه المسئلة وسيوافينا بالاجابة بعد اتمام الرصد الجاري الآن بهت ونشاط فنقدم له الشكر الجزيل

تمت المذكرة الاولى

ولمّا بدأ المذكرة الثانية وأولها الشمس وما يتعلق بها

Bibliotheca Alexandrina



0383329